

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. Januar 2001 (18.01.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/03591 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation?: **A61B 17/70**

(71) Anmelder (nur für CA): **SYNTHES (U.S.A.) [US/US]**:  
1690 Russell Road, P.O. Box 1766, Paoli, PA 19301-1222  
(US).

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/CH99/00302**

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FRIGG, Robert**  
[CH/CH]; Mattenstrasse 8, CH-2544 Bettlach (CH).  
**FERUS, Robert** [CH/CH]; Schulhausweg 88, CH-4574  
Nennigkofen (CH).

(22) Internationales Anmeldedatum: **7. Juli 1999 (07.07.1999)**

(74) Anwalt: **LUSUARDI, Werther; Dr. Lusuardi AG,**  
Kreuzbühlstrasse 8, CH-8008 Zürich (CH).

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

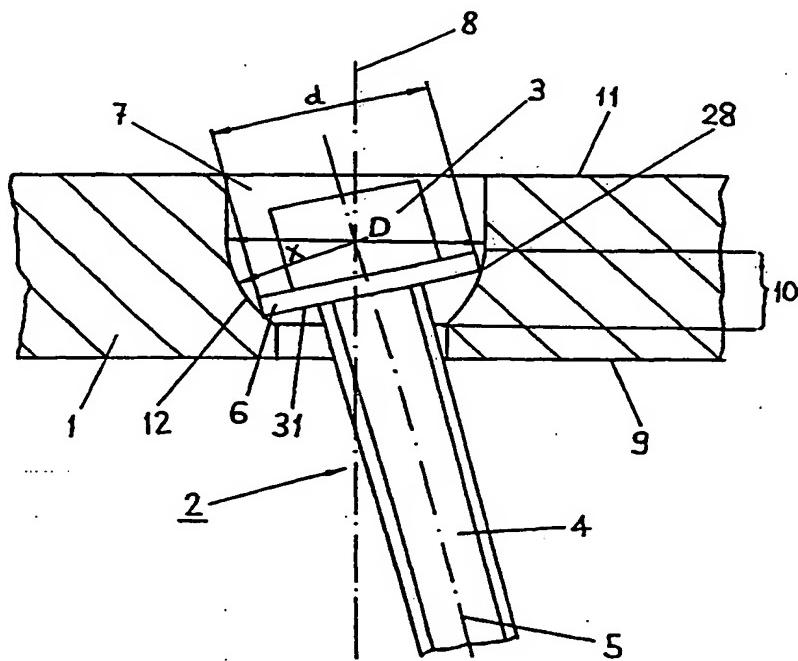
(81) Bestimmungsstaaten (national): **AU, CA, CN, JP, KR,**  
**NZ, US, ZA.**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
CA, US): **SYNTHES AG CHUR [CH/CH]**; Grabenstrasse  
15, CH-7002 Chur (CH).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ANGLE-ADJUSTABLE BONE SCREW AND DEVICE FOR THE OSTEOSYNTHETIC BONE FIXATION

(54) Bezeichnung: WINKELVERSTELLBARE KNOCHENSCHRAUBE UND VORRICHTUNG ZUR OSTEOSYNTHETI-  
SCHEN KNOCHENFIXATION



(57) Abstract: The invention relates to a bone screw (2; 14) with a screw shaft (4; 21) that is anchored in a bone or part of a bone concentrically to the longitudinal axis (5; 24) of a screw and a screw head (3; 22). The inventive bone screw (2; 14) is characterized in that between the screw head (3; 22) and the screw shaft (4; 21) it is provided with a disk-shaped shoulder (6; 23) that is located concentrically to the longitudinal axis (5; 24) of the screw. The diameter of said shoulder is larger than the diameter of the screw shaft (4; 21). The invention further relates to a device for the osteosynthetic bone fixation. Said device comprises (A) at least one bone screw (2; 14) of the above type; and (B) at least one slab-shaped, prismatic or cylindrical fixation element (1; 15) which is provided with at least one bore (7; 17) with a center axis (8; 16) for receiving the bone screw (2; 14), and, at the end of the screw shaft, a lower part (9; 19) and at the end of the screw head, an upper part (11; 18). The device is further characterized in that C) the bore (7; 17) comprises a section (10; 26) that tapers towards the lower part (9; 19) and that D) the diameter d of the shoulder (6; 23) has such a dimension that the shoulder (6; 23) can be accommodated in the concave section (10; 26) of the bore (7; 17) at different angles between the longitudinal axis (5; 24) of the screw and the center axis (8; 16) and is placed on the wall (12; 27) of the bore (7; 17).

**WO 01/03591 A1**

that tapers towards the lower part (9; 19) and that D) the diameter d of the shoulder (6; 23) has such a dimension that the shoulder (6; 23) can be accommodated in the concave section (10; 26) of the bore (7; 17) at different angles between the longitudinal axis (5; 24) of the screw and the center axis (8; 16) and is placed on the wall (12; 27) of the bore (7; 17).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

— Mit geänderten Ansprüchen.

Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

(57) Zusammenfassung: Knochenschraube (2, 14) mit einem zu einer Schraubenlängsachse (5, 24) konzentrisch in einem Knochen oder Knochenteil zu verankernden Schraubenschaft (4, 21) und einem Schraubenkopf (3, 22), dadurch gekennzeichnet, dass die Knochenschraube (2, 14) zwischen dem Schraubenkopf (3, 22) und dem Schraubenschaft (4, 21) einen zur Schraubenlängsachse (5, 24) konzentrischen scheibenförmigen Wulst (6, 23) aufweist, dessen Durchmesser grösser als der Durchmesser des Schraubenschaftes (4, 21) ist; Vorrichtung zur steosynthetischen Knochenfixation mit A) mindestens einer solchen Knochenschraube (2, 14), und B) mindestens einem plattenförmigen, prismatischen oder zylindrischen Fixationskörper (1, 15), welcher mindestens eine Bohrung (7, 17) mit einer Zentralachse (8, 16) zur Aufnahme der Knochenschraube (2, 14), schraubenschaftsseitig eine Unterseite (9, 19) und schraubenpfseitig eine Oberseite (11, 18) aufweist, wobei C) die Bohrung (7, 17) einen sich gegen die Unterseite (9, 19) verjüngenden Abschnitt (10, 26) umfasst, w bei D) der Durchmesser d des Wulstes (6, 23) so dimensioniert ist, dass der Wulst (6, 23) im konkaven Abschnitt (10, 26) der Bohrung (7, 17) unter verschiedenen Winkeln zwischen Schraubenlängsachse (5, 24) und Zentralachse (8, 16) an der Wand (12, 27) der Bohrung (7, 17) zur Anlage bringbar ist.

## Winkelverstrebbare Knochenschraube und Vorrichtung zur osteosynthetischen Knochenfixation

Die Erfindung bezieht sich auf eine Knochenschraube gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 11 und auf eine Vorrichtung zur osteosynthetischen Knochenfixation gemäss dem Oberbegriff des Patentspruchs 25.

Aus dem Stand der Technik sind bereits verschiedene Vorrichtung zur internen Fixation von Knochenfragmenten im menschlichen oder tierischen Körper bekannt.

Im Falle der internen Fixation der Wirbelsäule oder von Wirbelsäulenteilen bestehen solche Vorrichtungen oft im wesentlichen aus Pedikelschrauben, welche in den Pedikeln der einzelnen zu verbindenden Wirbelkörper mittels Gewinden verankert werden, und einem oder mehreren sich in Richtung der Wirbelsäule erstreckenden Längsträger, welcher fest mit der Pedikelschraube verbunden sein muss. Zur stabilen Verankerung des gesamten Implantates müssen die Pedikelschrauben einerseits fest in die Pedikel eingeschraubt und andererseits starr mit den Längsträgern verbunden werden. Diese Verbindung zwischen dem Schraubenkopf der Pedikelschrauben und dem Längsträger erfolgt üblicherweise mittels Klemmmechanismen, welche auch bei verschiedenen Winkeln der Pedikelschraube gegenüber dem Längsträger eine stabile Verbindung ermöglichen müssen. Die Klemmverbindung muss lösbar sein, damit das gesamte Implantat ohne grosse Gewebeöffnungen im Bereich der Wirbelsäule wieder entfernt werden kann.

Feste Verbindungen zwischen Knochenschrauben und Platten oder Trägern sind auch bei anderen internen Knochenfixationen häufig. Auch hier müssen verschiedene Abwicklung der Knochenschrauben gegenüber der Platte oder dem Träger möglich sein, ohne dass die Verbindungen in ihrer Stabilität beeinträchtigt werden.

Eine solche Verbindung zwischen einer Knochenverankerungsschraube und einem Stabilisationsstab zur internen Fixation von Wirbelkörpern ist aus der US 5,466,237 BYRD bekannt. Diese bekannte Erfindung weist eine Knochenverankerungs-

schraube mit einem Schraubenkopf auf, welcher an seiner dem Schraubenschaft zugewandten Seite kugelschichtförmig gestaltet ist und endständig konvex ausgebildet ist. Der kugelschichtförmige Teil der Schraube ist in einer Bohrung des Verankerungselementes gelagert, wobei diese Bohrung einen konkaven sich gegen den Schraubenschaft verjüngenden Abschnitt umfasst, so dass sich eine kugelgelenkartige Verbindung zwischen der Knochenschraube und dem Verankerungselement ergibt. Blockiert wird diese kugelgelenkartige Verbindung durch Anziehen einer Mutter am Verankerungselement, welche auf den in das Verankerungselement eingelegten Längsträger presst, welcher in der Folge auf den endständigen, konvexen Teil des Schraubenkopfes drückt und somit den Schraubenkopf im Verankerungselement blockiert. Eine solche blockierbare kugelgelenkartige Verbindung ist jedoch wegen der häufig nicht exakt passenden sphärischen Flächen an der Knochenschraube und im Verankerungselement für die Aufnahme der bei der Knochenfixation auftretenden Kräfte ungeeignet. Zudem ist eine solche kugelgelenkartige Verbindung nur kraftschlüssig blockierbar.

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Verbindung zwischen Knochenschraube und Verankerungselement herzustellen, welche verschiedene Winkel zwischen Schraubenachse und Verankerungselement zulässt und stabil, insbesondere bei geeigneter Materialpaarung formschlüssig ist.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe mit einer Knochenschraube, welche die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist, sowie mit einer Vorrichtung zur osteosynthetischen Knochenfixation, welche die Merkmale des Anspruchs 25 aufweist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Die erfindungsgemäße Knochenschraube umfasst einen zu einer Längsachse konzentrisch in einem Knochen oder Knochenteil zu verankernden Schraubenschaft und einen ebenfalls konzentrischen Schraubenkopf sowie einen zur Längsachse konzentrischen scheibenförmigen Wulst zwischen Schraubenkopf und Schraubenschaft. Der Durchmesser des Wulstes ist grösser als der Durchmesser des

Schraubenschaftes. Der Durchmesser des Wulstes beträgt je nach Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube vorzugsweise zwischen 8 und 10 mm oder zwischen 4 mm und 6 mm, während der Durchmesser des Schraubenschaftes vorzugsweise zwischen 5 und 6 mm oder zwischen 3 bis 5 mm beträgt. Die Dicke des Wulstes liegt ebenfalls je nach Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube vorzugsweise zwischen 1 und 2 mm oder zwischen 0,5 und 1 mm.

**Vorzugsweise** ist der Rand des Wulstes kantig ausgebildet und weist eine untere Kante zur Anlage an die Wand einer mit einer gekrümmten Fläche abgesetzten Bohrung auf.

In einer anderen Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube umfasst der Wulst schraubenschaftseitig mehrere kreislinienförmige, zur Schraubenlängsachse konzentrische Kanten mit gegen den Schraubenschaft hin abnehmenden Durchmessern  $d > d_1 > d_2$ . Die Durchmesser  $d, d_1, d_2$  sind vorzugsweise so dimensioniert, dass die Kanten auf einer imaginären, schraubenschaftseitig konvexen Fläche verlaufen. Diese imaginäre Fläche kann in einer speziellen Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube als eine zur Zentralachse konzentrische Kugelzone mit dem Radius Y ausgebildet sein.

Der Schraubenkopf kann konvex, insbesondere sphärisch und halbkugelförmig ausgebildet sein.

Schraubenkopf und Schraubenschaft sind je nach Ausführungsform einstückig oder mehrteilig, wobei der Schraubenkopf mittels einer Konusverbindung, einer Schraubverbindung oder einer Bajonettverschlussverbindung am Schraubenschaft lösbar befestigt sein kann.

Die erfindungsgemässe Knochenschraube lässt sich je nach Ausführungsform zur Fixation von Knochen oder Knochenteilen innerhalb einer osteosynthetischen Fixationsvorrichtung einsetzen und kann beispielsweise zur Fixation von Knochen oder Knochenteilen an einer Knochenplatte oder auch zur Fixation von Wirbelkörpern innerhalb einer Wirbelsäulenfixationsvorrichtung dienen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur osteosynthetischen Knochenfixation umfasst mindestens eine Knochenschraube mit einem im Knochen oder Knochenteil zu verankernden Schraubenschaft und einem Schraubenkopf und mindestens einen Fixationskörper, welcher zur stabilen Fixation der Knochen oder Knochenteile dient. Der Fixationskörper weist mindestens eine Bohrung zur Aufnahme der Knochenschraube auf, wobei diese Bohrung den Fixationskörper durchdringt und einen konkaven sich gegen das schraubenschaftseitige Ende verjüngenden Abschnitt umfasst. Die Knochenschraube weist einen zwischen Schraubenkopf und Schraubenschaft konzentrisch zur Längsachse der Knochenschraube angeordneten scheibenförmigen Wulst auf. Der Durchmesser des Wulstes ist so dimensioniert, dass der Wulst im konkaven Abschnitt der Bohrung unter verschiedenen Winkeln zwischen Längsachse der Knochenschraube und Zentralachse der Bohrung an der Wand der Bohrung auflegbar ist. Diese Konfiguration des scheibenförmigen Wulstes mit einer ebenen schraubenschaftseitigen Fläche, welche beim Anziehen der Schraube auf der konkaven Wand der Bohrung anliegt, ermöglicht einen linienförmigen Kontakt zwischen der Knochenschraube und dem Fixationskörper.

In einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung dient diese zur Verbindung eines Längsträgers mit der als Pedikelschraube ausgeführten Knochenschraube innerhalb eines Wirbelsäulenfixationssystems. Der Fixationskörper ist als Aufnahmekopf ausgeführt, welcher zur Verbindung des Längsträgers mit der Pedikelschraube dient. Neben der den Aufnahmekopf durchdringenden Durchgangsbohrung zur Aufnahme der Pedikelschraube ist zusätzlich ein quer zur Zentralachse des Aufnahmekopfes verlaufender, gegen das schraubenkopfseitige Ende offener Kanal zur Aufnahme des Längsträgers angebracht. Zudem umfasst die Vorrichtung zusätzlich Spannmittel, welche am schraubenkopfseitigen Ende mit dem Aufnahmekopf in lösbarer Weise verbindbar sind und zur Fixierung des Längsträgers und der Pedikelschraube innerhalb des Aufnahmekopfes dienen. Die Durchgangsbohrung umfasst einen konkaven sich gegen ihr schraubenschaftseitige Ende verjüngenden Abschnitt, so dass der Wulst an der Pedikelschraube im konkaven Abschnitt der Durchgangsbohrung unter verschiedenen Winkeln zwischen Schraubenachse und Zentralachse der Bohrung an der Wand der Durchgangsbohrung auflegbar ist.

In einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung weist der scheibenförmige Wulst an der Knochenschraube den Durchmesser  $d$  auf und der konkave Abschnitt ist sphärisch ausgebildet und weist den Durchmesser  $D$  auf, wobei  $D = d$  ist. Durch diese Ausgestaltung sind jedoch nur kleine Winkel der Schraubenachse gegenüber der Zentralachse der Bohrung im Fixationskörper möglich, da sonst der linienförmige Kontakt nur auf einem Teil des Wulstumfangs gegeben ist. Für grössere Winkel eignet sich eine Ausgestaltung des konkaven Abschnittes mit einem Durchmesser  $D$ , wobei  $D > d$  ist. In diesem Fall lässt sich das Verhältnis  $d : D$  zwischen 0,5 und 1,0, vorteilhafterweise zwischen 0,85 und 0,95 wählen. Zudem ist der Durchmesser des Schraubenkopfes so gewählt, dass dieser bei Schrägstellung der Knochenschraube nicht an der Wand der Bohrung anliegt und dadurch eine Schrägstellung der Knochenschraube einschränken würde.

In wiederum einer anderen Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung ist der konkave Abschnitt kugelschichtartig ausgebildet ist, wobei die Kugelschicht einen Radius  $X$  aufweist während der Durchmesser des konkaven Abschnittes  $D$  ist, so dass  $X \geq D/2$  ist. Das Verhältnis von  $D/2$  zu  $X$  beträgt zwischen 0,5 und 1,0, vorteilhafterweise zwischen 0,85 und 0,95.

Der konvexe Schraubenkopf der Knochenschraube ist in einer speziellen Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung sphärisch oder halbkugelförmig aufgebildet ist. Der Vorteil dieser Ausführung liegt im Fall der Verbindungsvorrichtung zwischen Längsträger und Pedikelschraube darin, dass ein zwischen Schraubenkopf und Spannmittel eingespannter Längsträger auch bei einer Schrägstellung der Pedikelschraube konzentrisch zur Zentralachse auf den Schraubenkopf drückt.

Der konvexe Schraubenkopf kann einstückig mit dem Schraubenschaft sein oder im Fall einer zweistückigen Knochenschraube lösbar mit dem Schraubenschaft verbunden sein. Durch die zweistückige Ausführung lassen sich vor allem die Mittel zum Einführen eines Schraubendrehers im Schraubenschaft, wie beispielsweise ein Innensechskant oder Innengewinde, einfacher anordnen. Zudem wird bei einer zentralen Anordnung beispielsweise eines Innensechskantes

im Schraubenschaft die Auflage zwischen Längsträger und Schraubenkopf durch Anbringen des Schraubenkopfes nach der Implantation der Knochenschraube nicht beeinträchtigt.

Der Rand des Wulstes an der Knochenschraube wird vorteilhafterweise vor allem auf der schraubenschaftsseitigen Unterseite kantig ausgebildet, so dass eine untere Kante entsteht, welche zu einem linienförmigen Kontakt mit der Wand des konkaven Abschnittes bestimmt ist.

Eine andere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung unterscheidet sich von den oben beschriebenen Ausführungsformen nur darin, dass der Wulst zwischen Schraubenkopf und Schraubenschaft mehrere zur Schraubenlängsachse konzentrische Kanten mit gegen den Schraubenschaft hin abnehmenden Durchmessern  $d > d_1 > d_2$  umfasst.

Die Kanten sind schraubenschaftsseitig kreislinienförmig. Die Durchmesser  $d; d_1; d_2$  sind dabei vorzugsweise so dimensioniert, dass die Kanten auf einer imaginären, schraubenschaftsseitig konvexen Fläche verlaufen und im konkaven Abschnitt der Bohrung unter verschiedenen Winkeln zwischen Schraubenlängsachse und Zentralachse an der Wand der Bohrung zur Anlage bringbar sind

Vorzugsweise sind die Durchmesser  $d; d_1; d_2$  so gewählt, dass die imaginäre Fläche eine zur Zentralachse konzentrische Kugelzone mit dem Radius Y ist.

Der Durchmesser D des konkaven Abschnittes und der Durchmesser d des Wulstes beträgt vorteilhafterweise je nach Ausführungsform der erfindungsgemäßen Knochenschraube zwischen 8-10 mm, oder zwischen 4 – 6 mm, während der Wulst vorteilhafterweise je nach Ausführungsform der erfindungsgemäßen Knochenschraube eine Dicke von 1-2 mm oder von 0,5 – 1 mm hat.

Der Aussendurchmesser des Schraubenschaftes beträgt vorteilhafterweise je nach Ausführungsform der erfindungsgemäßen Knochenschraube 5-6 mm oder 3-5 mm.

In einer anderen Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung ist der Fixationskörper als Knochenplatte mit mindestens einer durchgehenden Bohrung zur Aufnahme einer Knochenschraube ausgeführt. Zusätzlich kann die Vorrichtung eine Madenschraube mit Mitteln zur Aufnahme eines Schraubendrehers umfassen, wobei die Madenschraube in ein von der Oberseite her in die mindestens eine Bohrung eingebrachtes Innengewinde schraubar ist und beim Anziehen gegen den Schraubenkopf der Knochenschraube pressbar ist.

Die durch die Erfindung erreichten Vorteile sind im wesentlichen darin zu sehen, dass dank der erfindungsgemässen Gestaltung der Bohrung zur Aufnahme einer Knochenschraube und der Gestaltung der Knochenschraube mit einem Wulst, welcher zur Auflage in einem konkaven Abschnitt der Bohrung bestimmt ist, ein linienförmiger Kontakt herstellbar ist, welcher bei der Fixation der Vorrichtung zu einer festen Verbindung zwischen Knochenschraube und Fixationskörper führt. Im Falle einer deformierbaren Bohrungswand lässt sich wegen des linienförmigen Kontakts auch eine formschlüssige Verbindung zwischen Wulst und Bohrungswand herstellen. Die durch die Zweiteiligkeit der Knochenschraube erreichbaren Vorteile liegen darin, dass die Oberfläche des konvexen Schraubenkopfes im Bereich der Berührung mit einem anderen Implantatteil, beispielsweise dem Längsträger glatt ist und diese Kontaktzone nicht durch Mittel zur Aufnahme eines Schraubendrehers beeinträchtigt wird.

Die Erfindung und Weiterbildungen der Erfindung werden im folgenden anhand der teilweise schematischen Darstellungen mehrerer Ausführungsbeispiele noch näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung;

Fig. 2 einen Schnitt parallel zu einem Längsträger durch eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung;

Fig. 3 einen Schnitt durch die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung quer zu einem Längsträger;

Fig. 4 eine Ansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemässen mehrteiligen Knochenschraube;

Fig. 5 eine Ansicht einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemässen mehrteiligen Knochenschraube;

Fig. 6 eine Ansicht nochmals einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemässen mehrteiligen Knochenschraube;

Fig. 7 einen Schnitt durch eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung; und

Fig. 8 eine Ansicht einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube.

In Fig. 1 ist ein Ausschnitt aus einem Knochenfixationskörper 1 zusammen mit einer Knochenschraube 2 gemäss einer Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung dargestellt. Der Knochenfixationskörper 1 ist als Knochenplatte gestaltet und weist eine schraubenschaftseitige Unterseite 9 und eine schraubenkopfseitige Oberseite 11 auf, wobei die Oberseite 9 beim Festschrauben der Knochenplatte zur Anlage an den Knochen bestimmt ist. Die Aufnahme der Knochenschraube 2 im Knochenfixationskörper 1 erfolgt in einer Bohrung 7, welche eine Zentralachse 8 aufweist, den Knochenfixationskörper 1 durchdringt und mit einem konkaven sich gegen die Unterseite 9 verjüngenden Abschnitt 10 versehen ist. Der konkave Abschnitt 10 ist sphärisch mit einem Krümmungsradius X ausgebildet und mündet gegen die Oberseite 11 in einen zylindrischen Abschnitt mit dem Durchmesser D. In der hier gezeigten Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung entspricht der Krümmungsradius X dem Radius des zylindrischen Abschnittes  $X = D / 2$ . Die Knochenschraube 2 umfasst konzentrisch zu einer Schraubenlängsachse 5 einen im Knochen oder Knochenteil zu verankernden Schraubenschaft 4 und einen Schraubenkopf 3 sowie zwischen Schraubenschaft 4

und Schraubenkopf 3 einen zur Schraubenlängsachse 5 konzentrischen kreisscheibenförmigen Wulst 6 mit einer ebenen schraubenschaftseitigen Auflagefläche 31.

Der Wulst 6 ist bezüglich seines Durchmessers d so dimensioniert, dass er im konkaven Abschnitt 10 unter verschiedenen Winkeln zwischen der Schraubenlängsachse 5 und der Zentralachse 8 der Bohrung 7 an der Wand 12 der Bohrung 7 aufliegen kann. Damit ist gewährleistet, dass die Knochenschraube 2 unter verschiedenen Winkeln gegenüber dem Knochenfixationskörper 1 in den Knochen oder das Knochenteil schraubar ist.

Die Fig. 2 und 3 zeigen eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung, welche zur Verbindung eines Längsträgers 13 mit einer Pedikelschraube 14 innerhalb eines Wirbelsäulenfixationssystems dient. Diese Vorrichtung umfasst eine Pedikelschraube 14, welche konzentrisch zu ihrer Schraubenlängsachse 24 einen im Knochen zu verankernden Schraubenschaft 21 und einen konvexen Schraubenkopf 22, einen Aufnahmekopf 15 mit der Zentralachse 16, welcher zur Verbindung eines Längsträgers 13 mit der Pedikelschraube 14 dient, und Spannmittel 25, welche im wesentlich die Form einer Mutter aufweisen und mittels eines Innengewindes 32 über ein an die Oberseite 18 des Aufnahmekopfes 15 angrenzendes Aussengewinde 31 in lösbarer Weise schraubar sind und zur Fixierung des Längsträgers 13 und der Pedikelschraube 14 innerhalb des Aufnahmekopfes 15 dienen.

Der konvexe Schraubenkopf 22 ist kugelsegmentförmig ausgeführt, wobei der Zenit 29 des Kugelsegmentes auf der Schraubenlängsachse 24 liegt und das schraubenkopfseitige Ende der Pedikelschraube 14 bildet. Zudem sind am Schraubenkopf 22 zwei oder mehr parallel zur Schraubenlängsachse 24 ausgerichtete Flächen 30 als Aussenzweikant zum Eindrehen der Pedikelschraube 14 in den Knochen mittels eines Schraubendrehers angebracht. Anstelle des Aussenzweikants ist auch ein Aussensechskant möglich.

Der Aufnahmekopf 15 weist eine schraubenkopfseitige Oberseite 18, eine schraubenschaftseitige Unterseite 19, eine koaxial zur Zentralachse 16 den Aufnahmekopf 15 durchdringende Durchgangsbohrung 17 zur Aufnahme der

Pedikelschraube 14 und zusätzlich einen quer zur Zentralachse 16 verlaufenden gegen die Oberseite 18 offenen Kanal 20 zur Aufnahme eines Längsträgers 13 auf. Auf diese Weise ist der Längsträger 13 von der Oberseite 18 her in den offenen Kanal 20 einlegbar und dort mittels des Spannmittels 25 in lösbarer Weise fixierbar.

Die Durchgangsbohrung 17 umfasst einen konkaven sich gegen die Unterseite 19 verjüngenden Abschnitt 26, welcher in der hier dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung kugelschichtartig ausgestaltet ist.

Zudem weist die Pedikelschraube 14 zwischen dem konvexen Schraubenkopf 22 und dem Schraubenschaft 21 einen zur Schraubenlängsachse 24 konzentrischen scheibenförmigen Wulst 23 auf, welcher so dimensioniert ist, dass der Wulst 23 im konkaven Abschnitt 26 der Durchgangsbohrung 17 unter verschiedenen Winkeln zwischen Schraubenlängsachse 24 und Zentralachse 16 an der Wand 27 der Durchgangsbohrung 17 auflegbar ist.

In Fig. 4 ist eine Ausführungsform der erfindungsgemässen zweiteiligen Knochenschraube 2 dargestellt. Die Verbindung zwischen Schraubenkopf 3 und Schraubenschaft 4 ist eine Konusverbindung. Am Schraubenkopf 3 ist konzentrisch zur Schraubenlängsachse 5 ein konischer Zapfen 32 angebracht, welcher in einer zur Schraubenlängsachse 5 konzentrische Bohrung 33 mit einem Innenkonus 34 am schraubenkopfseitigen Ende des Schraubenschaftes 4 befestigbar ist.

Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemässen zweiteiligen Knochenschraube 2. Hier ist die Verbindung zwischen Schraubenkopf 3 und Schraubenschaft 4 eine Schraubverbindung. Am Schraubenkopf 3 ist konzentrisch zur Schraubenlängsachse 5 ein Gewindezapfen 35 angebracht, welcher in eine zur Schraubenlängsachse 5 konzentrische Bohrung 36 mit einem Innengewinde 37 am schraubenkopfseitigen Ende des Schraubenschaftes 4 schraubar ist.

Fig. 6 zeigt wieder eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemässen zweiteiligen Knochenschraube 2. Hier ist die Verbindung zwischen Schraubenkopf 3 und Schraubenschaft 4 ein Bajonettverschluss. Am Schraubenkopf 3 ist

konzentrisch zur Schraubenlängsachse 5 ein Zapfen 38 mit einem radial vorstehenden Stift 39 angebracht, welcher in eine zur Schraubenlängsachse 5 konzentrische Bohrung 40 mit einer Nute 43 einschnappbar ist, wobei die Nute 43 einen parallel zur Schraubenlängsachse 5 verlaufenden Teil 42 und einer peripher in der Bohrung 40 verlaufenden Teil 41 aufweist.

Fig. 7 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung, welche sich nur darin von der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform unterscheidet, dass der Fixationskörper 1 eine Knochenplatte mit mindestens einer durchgehenden Bohrung 7 für eine Knochenschraube 2 ist und die Vorrichtung zusätzlich eine Madenschraube 45 mit Mitteln 47 zur Aufnahme eines Schraubendrehers umfasst, welche in ein von der Oberseite 11 her in die Bohrung 7 eingebrachtes Innengewinde 46 schraubar ist und beim Anziehen gegen den Schraubenkopf 22 pressbar ist. Mittels dieser festziehbaren Madenschraube 45 wird eine winkelstabile Fixation der Knochenschraube 2 in der Knochenplatte 1 erreicht.

In Fig. 8 ist eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube 2 dargestellt, welche sich nur dadurch von den in den Fig. 4 bis 6 dargestellten Ausführungsformen unterscheidet, dass der Wulst 6 schraubenschaftseitig mehrere kreislinienförmige Kanten 53;54;56 umfasst, wobei die Durchmesser  $d; d_1; d_2$  dieser Kanten 53;54;56 so dimensioniert sind, dass die Kanten 53;54;56 auf einer imaginären, schraubenschaftseitig konvexen Fläche 55, welche als zur Zentralachse 5 konzentrische Kugelzone mit dem Radius Y ausgebildet ist, verlaufen.

**Patentansprüche**

1. Knochenschraube (2;14) mit einem zu einer Schraubenlängsachse (5;24) konzentrisch in einem Knochen oder Knochenteil zu verankernden Schraubenschaft (4;21) und einem Schraubenkopf (3;22), dadurch gekennzeichnet, dass die Knochenschraube (2;14) zwischen dem Schraubenkopf (3;22) und dem Schraubenschaft (4;21) einen zur Schraubenlängsachse (5;24) konzentrischen scheibenförmigen Wulst (6;23) aufweist, dessen Durchmesser grösser als der Durchmesser des Schraubenschaftes (4;21) ist.
2. Knochenschraube (2;14) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Rand des Wulstes (6;23) kantig ausgebildet ist und mindestens eine untere Kante (28;53;54;56) aufweist.
3. Knochenschraube (2;14) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Wulst (6) mehrere, zur Schraubenlängsachse (5;24) konzentrische Kanten (53;54;56) mit gegen den Schraubenschaft (4) hin abnehmenden Durchmessern  $d > d_1 > d_2$  umfasst.
4. Knochenschraube nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanten (53;54;56) kreislinienförmig sind, und die Durchmesser  $d; d_1; d_2$  so dimensioniert sind, dass die Kanten (53;54;56) auf einer imaginären, schraubenschaftseitig konvexen Fläche (55) verlaufen.
5. Knochenschraube nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die imaginäre Fläche (55) eine zur Zentralachse (8;16) konzentrische Kugelzone mit dem Radius Y ist.
6. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (22) konkav ausgebildet ist.
7. Knochenschraube (2) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (22) sphärisch ausgebildet ist.

8. Knochenschraube (2) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (22) halbkugelförmig ausgebildet ist, wobei der Zenit des Schraubenkopfes (22) die Schraubenlängsachse (24) endständig schneidet.
9. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (3;22) einstückig mit dem Schraubenschaft (4;21) ist.
10. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass sie mehrteilig ist, wobei mindestens Schraubenkopf (3;22) und Schraubenschaft (4;21) separate aber konzentrisch zur Schraubenlängsachse (5;24) verbindbare Einzelteile sind.
11. Knochenschraube (2) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (3;22) und der Schraubenschaft (4;21) lösbar verbindbare Einzelteile sind.
12. Knochenschraube (2) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (3;22), der Wulst (6;23) und der Schraubenschaft (4;21) separate aber konzentrisch zur Schraubenlängsachse (5;24) verbindbare Einzelteile sind.
13. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (3;22) mittels einer Konusverbindung mit dem Schraubenschaft (4;21) verbunden ist.
14. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (3;22) mittels einer Schraubverbindung mit dem Schraubenschaft (4;21) verbunden ist.
15. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (3;22) mittels eines Bajonettverschlusses mit dem Schraubenschaft (4;21) verbunden ist.

16. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser d des Wulstes (6;23) zwischen 8-10 mm beträgt.
17. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Wulst (6;23) eine Dicke von 1-2 mm hat.
18. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Aussendurchmesser des Schraubenschaftes (4;21) 5-6 mm beträgt.
19. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser d des Wulstes (6;23) zwischen 4-6 mm beträgt.
20. Knochenschraube (2) nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Wulst (6;23) eine Dicke von 0,5 - 1 mm hat.
21. Knochenschraube (2) nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Aussendurchmesser des Schraubenschaftes (4;21) 3-5 mm beträgt.
22. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass sie zur Fixation von Knochen oder Knochenteilen innerhalb einer osteosynthetischen Fixationsvorrichtung dient.
23. Knochenschraube (2) nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass sie zur Fixation von Knochen oder Knochenteilen an einer Knochenplatte (1) dient.
24. Knochenschraube (2) nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Pedikelschraube (14) ist und zur Fixation von Wirbelkörpern innerhalb einer Wirbelsäulenfixationsvorrichtung dient.
25. Vorrichtung zur osteosynthetischen Knochenfixation mit mindestens einer Knochenschraube (2;14) nach einem der Ansprüche 1 bis 24; und

- A) mindestens einem plattenförmigen, prismatischen oder zylindrischen Fixationskörper (1;15), welcher mindestens eine Bohrung (7;17) mit einer Zentralachse (8;16) zur Aufnahme der Knochenschraube (2;14), schraubenschaftseitig eine Unterseite (9;19) und schraubenkopfseitig eine Oberseite (11;18) aufweist, wobei
- B) die Bohrung (7;17) einen sich gegen die Unterseite (9;19) verjüngenden Abschnitt (10;26) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass
- C) der Durchmesser d des Wulstes (6;23) so dimensioniert ist, dass der Wulst (6;23) im konkaven Abschnitt (10;26) der Bohrung (7;17) unter verschiedenen Winkeln zwischen Schraubenlängsachse (5;24) und Zentralachse (8;16) an der Wand (12;27) der Bohrung (7;17) zur Anlage bringbar ist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass

- A) die Knochenschraube (2) eine Pedikelschraube (14) mit einem konvexen Schraubenkopf (22) ist;
- B) der Fixationskörper (1) ein Aufnahmekopf (15) mit der Zentralachse (16) ist, welcher zur Verbindung eines Längsträgers (13) mit der Pedikelschraube (14) dient, und dieser Aufnahmekopf (15) zusätzlich einen quer zur Zentralachse (16) verlaufenden, gegen die Oberseite (18) offenen Kanal (20) zur Aufnahme eines Längsträgers (13) aufweist; und
- C) die Vorrichtung zusätzlich Spannmittel (25) umfasst, welche von der Oberseite (18) her mit dem Aufnahmekopf (15) in lösbarer Weise verbindbar sind und zur Fixierung eines Längsträgers (13) und der Pedikelschraube (14) innerhalb des Aufnahmekopfes (15) dienen.

27. Vorrichtung nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass der kreisscheibenförmige Wulst (6;23) den Durchmesser d aufweist und der konkave Abschnitt (10;26) sphärisch ausgebildet ist und den Durchmesser D aufweist, wobei D = d ist.

28. Vorrichtung nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass der kreisscheibenförmige Wulst (6;23) den Durchmesser d aufweist und der konkave

Abschnitt (10;26) sphärisch ausgebildet ist und den Durchmesser D aufweist, wobei  $D > d$  ist.

29. Vorrichtung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis  $d : D$  zwischen 0,5 und 1,0 liegt.

30. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis  $d : D$  zwischen 0,85 und 0,95 liegt.

31. Vorrichtung nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass der konkav Abschnitt (10;26) kugelschichtartig ausgebildet ist, wobei die Kugelschicht einen Radius X aufweist und  $X \geq D/2$  ist.

32. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis von  $D/2$  zu X zwischen 0,5 und 1,0 beträgt.

33. Vorrichtung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis von  $D/2$  zu X zwischen 0,85 und 0,95 beträgt.

34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 25 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass der Rand des Wulstes (6;23) kantig ausgebildet ist und mindestens eine untere Kante (28;53;54;56) aufweist.

35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 25 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass der Wulst (6) mehrere, zur Schraubenlängsachse (5;24) konzentrische Kanten (53;54;56) mit gegen den Schraubenschaft (4) hin abnehmenden Durchmessern  $d > d_1 > d_2$  umfasst.

36. Vorrichtung nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanten (53;54;56) kreislinienförmig sind, und die Durchmesser  $d; d_1; d_2$  so dimensioniert sind, dass die Kanten (53;54;56) auf einer imaginären, schraubenschaftseitig konvexen Fläche (55) verlaufen und im konkaven Abschnitt (10;26) der Bohrung (7;17) unter verschiedenen Winkeln zwischen Schraubenlängsachse (5;24) und Zentralachse (8;16) an der Wand (12;27) der Bohrung (7;17) zur Anlag bringbar sind.

37. Vorrichtung nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass die imaginäre Fläche (55) eine zur Zentralachse (8;16) konzentrische Kugelzone mit dem Radius Y ist.

38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 25 oder 27 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass der Fixationskörper (1) eine Knochenplatte mit mindestens einer durchgehenden Bohrung (7) für eine Knochenschraube (2) ist und die Vorrichtung zusätzlich eine Madenschraube (45) mit Mitteln zur Aufnahme eines Schraubendrehers umfasst, welche in ein von der Oberseite (11) her in die Bohrung (7) eingebrachtes Innengewinde (46) schraubar ist und beim Anziehen gegen den Schraubenkopf (22) pressbar ist.

**GEÄNDERTE ANSPRÜCHE**

[beim Internationalen Büro am 09. Mai 2000 (09.05.00) eingegangen;  
ursprüngliche Ansprüche 1-3 geändert; alle weiteren Ansprüche unverändert (1 Seite)]

1. Knochenschraube (2;14) mit einem zu einer Schraubenlängsachse (5;24) konzentrisch in einem Knochen oder Knochenteil zu verankernden Schraubenschaft (4;21) und einem Schraubenkopf (3;22), wobei die Knochenschraube (2;14) zwischen dem Schraubenkopf (3;22) und dem Schraubenschaft (4;21) einen zur Schraubenlängsachse (5;24) konzentrischen scheibenförmigen Wulst (6;23) aufweist, dessen Durchmesser grösser als der Durchmesser des Schraubenschaftes (4;21) ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Wulst (6;23) mehrere, zur Schraubenlängsachse (5;24) konzentrische Kanten (53;54;56) umfasst.
2. Knochenschraube (2;14) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wulst (6;23) zwei, zur Schraubenlängsachse (5;24) konzentrische Kanten (53;54) aufweist.
3. Knochenschraube (2;14) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die konzentrischen Kanten (53;54;56) des Wulstes (6;23) gegen den Schraubenschaft (4) hin abnehmende Durchmesser  $d > d_1 > d_2 > d_i$  aufweisen.
4. Knochenschraube nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanten (53;54;56) kreislinienförmig sind, und die Durchmesser  $d; d_1; d_2$  so dimensioniert sind, dass die Kanten (53;54;56) auf einer imaginären, schraubenschaftseitig konvexen Fläche (55) verlaufen.
5. Knochenschraube nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die imaginäre Fläche (55) eine zur Zentralachse (8;16) konzentrische Kugelzone mit dem Radius Y ist.
6. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (22) konkav ausgebildet ist.

1 / 5

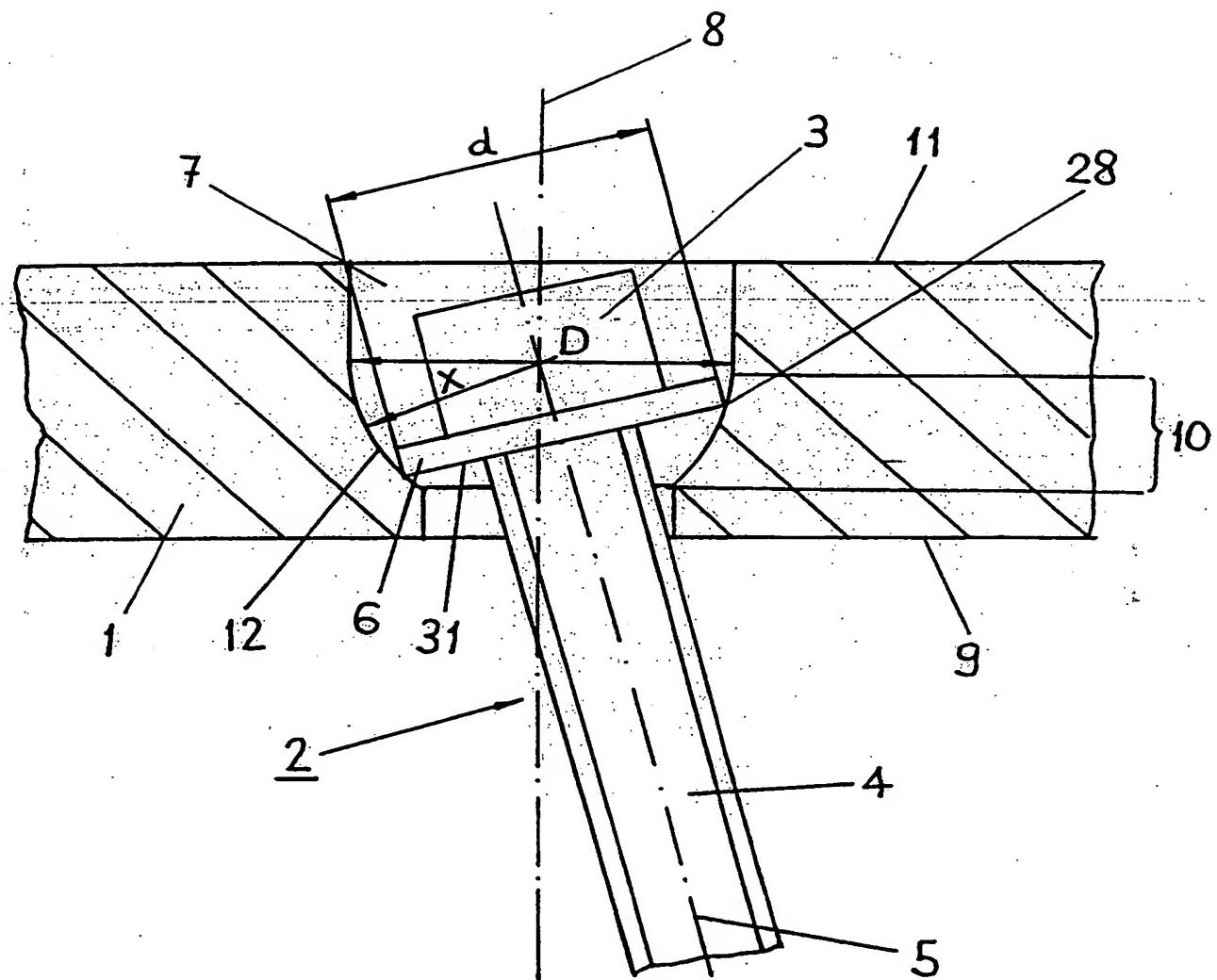


Fig. 1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

2 / 5

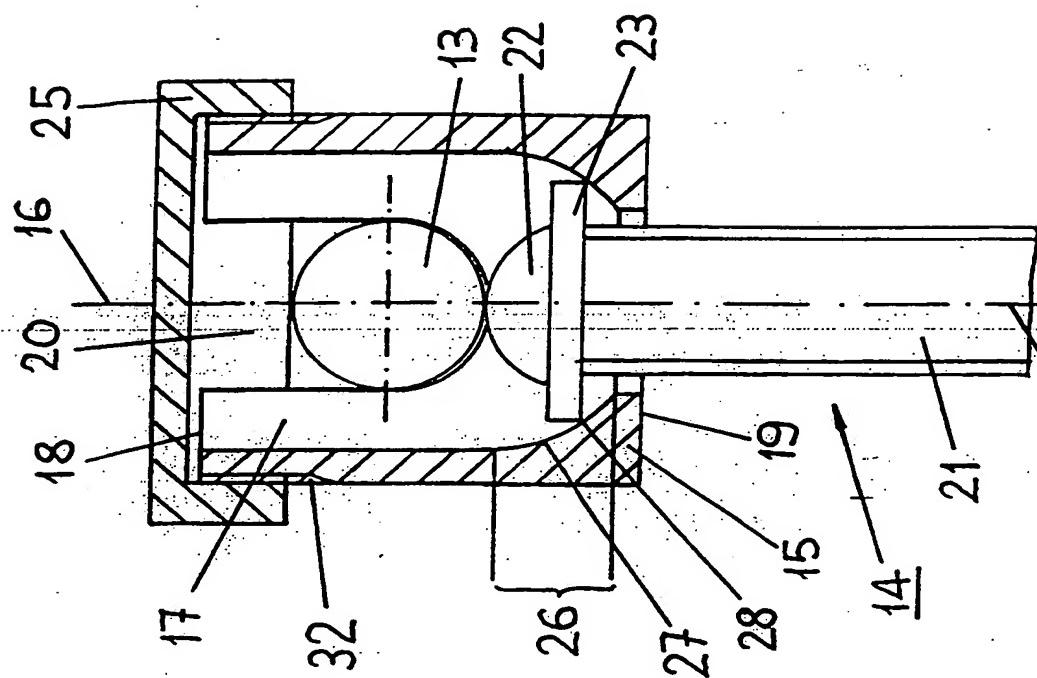


Fig. 3

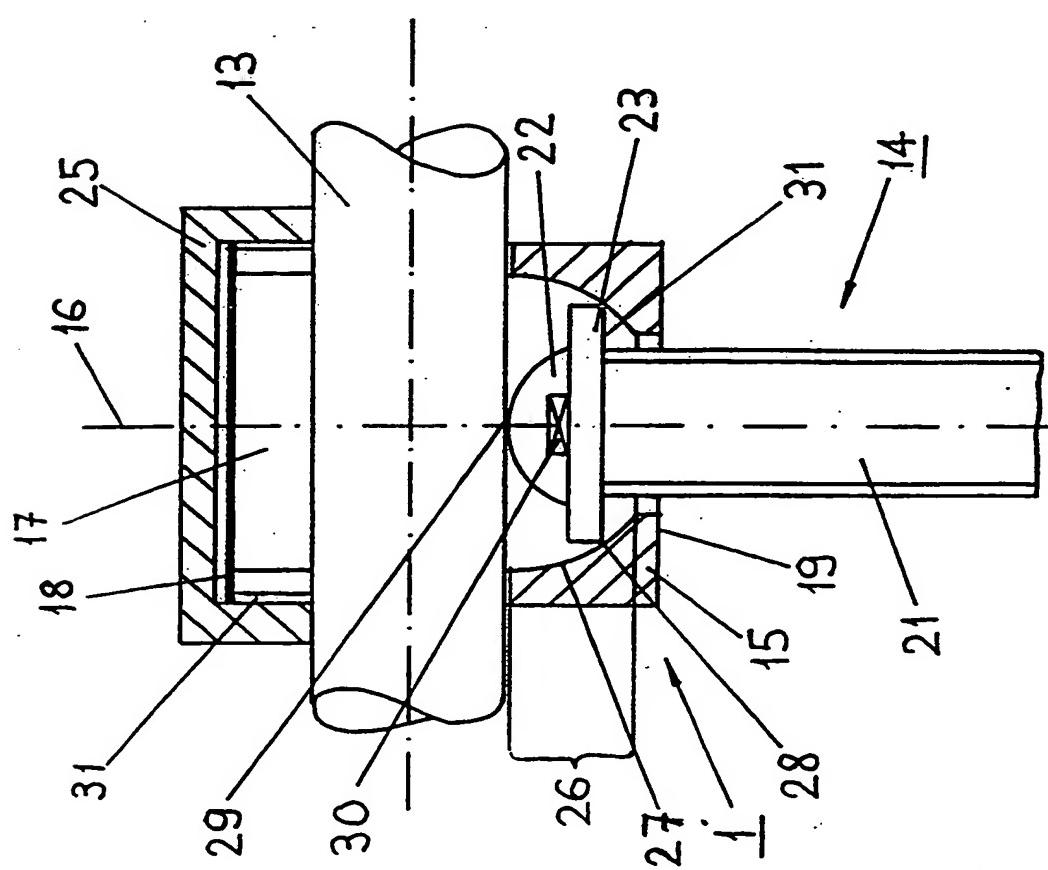


Fig. 2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Fig. 4

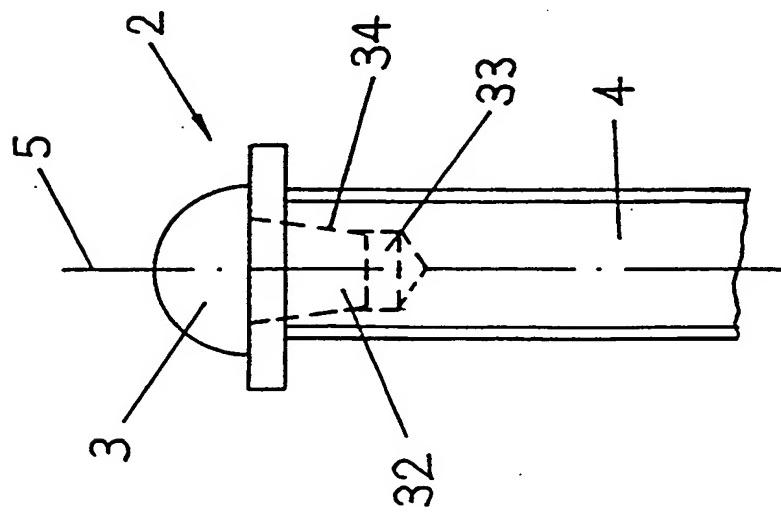


Fig. 5

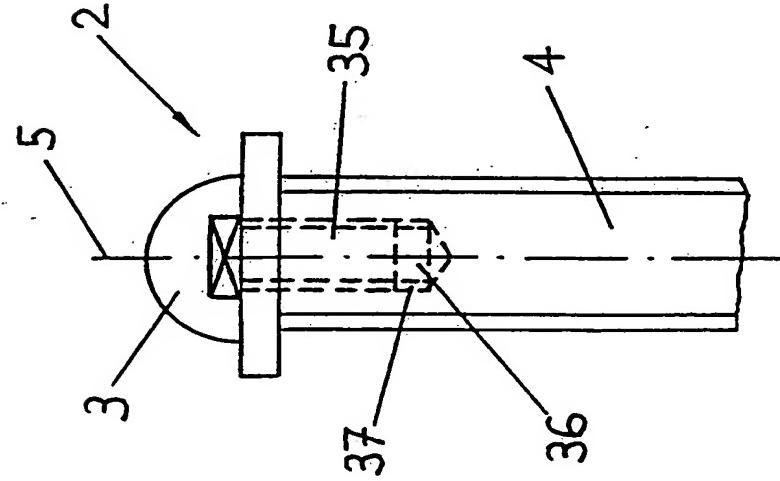
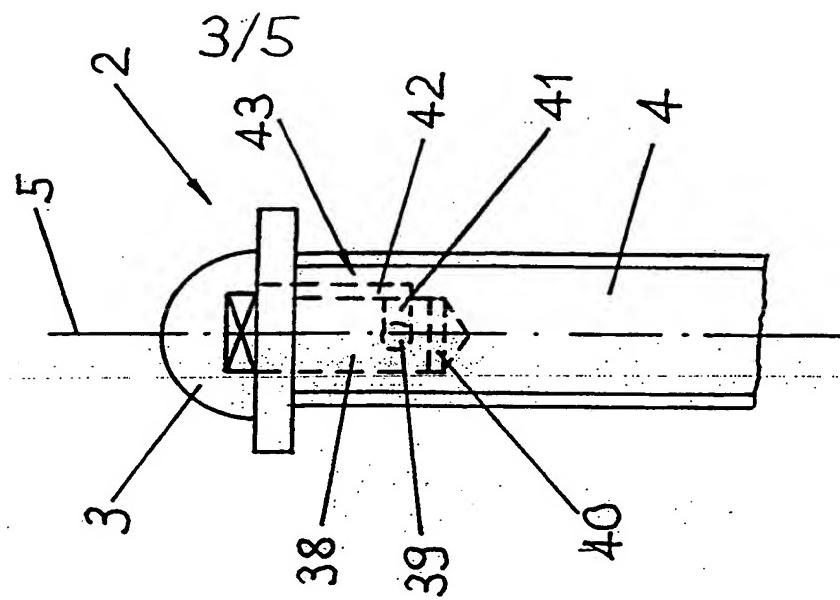


Fig. 6



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

4/5

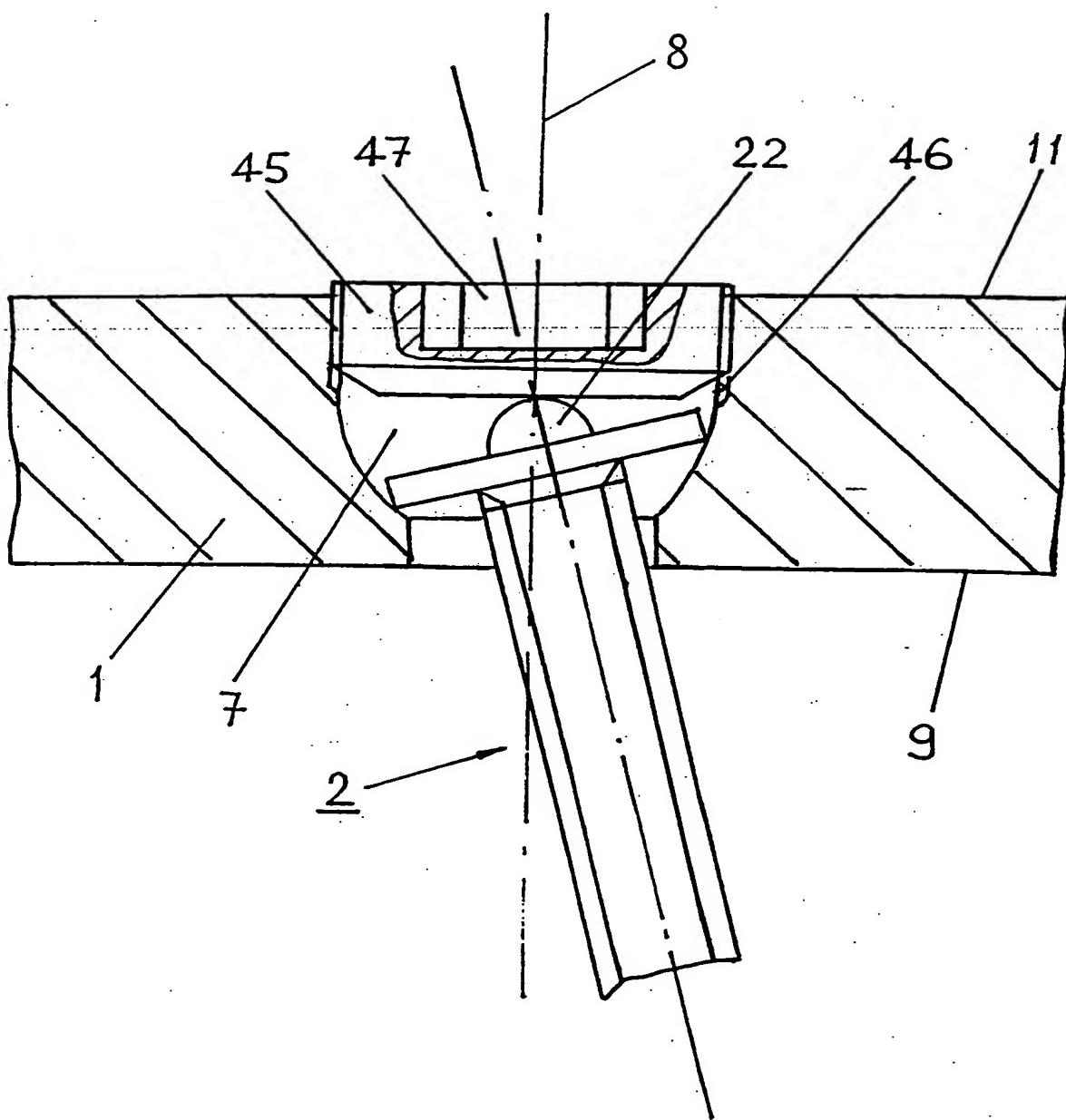


Fig. 7

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

5/5

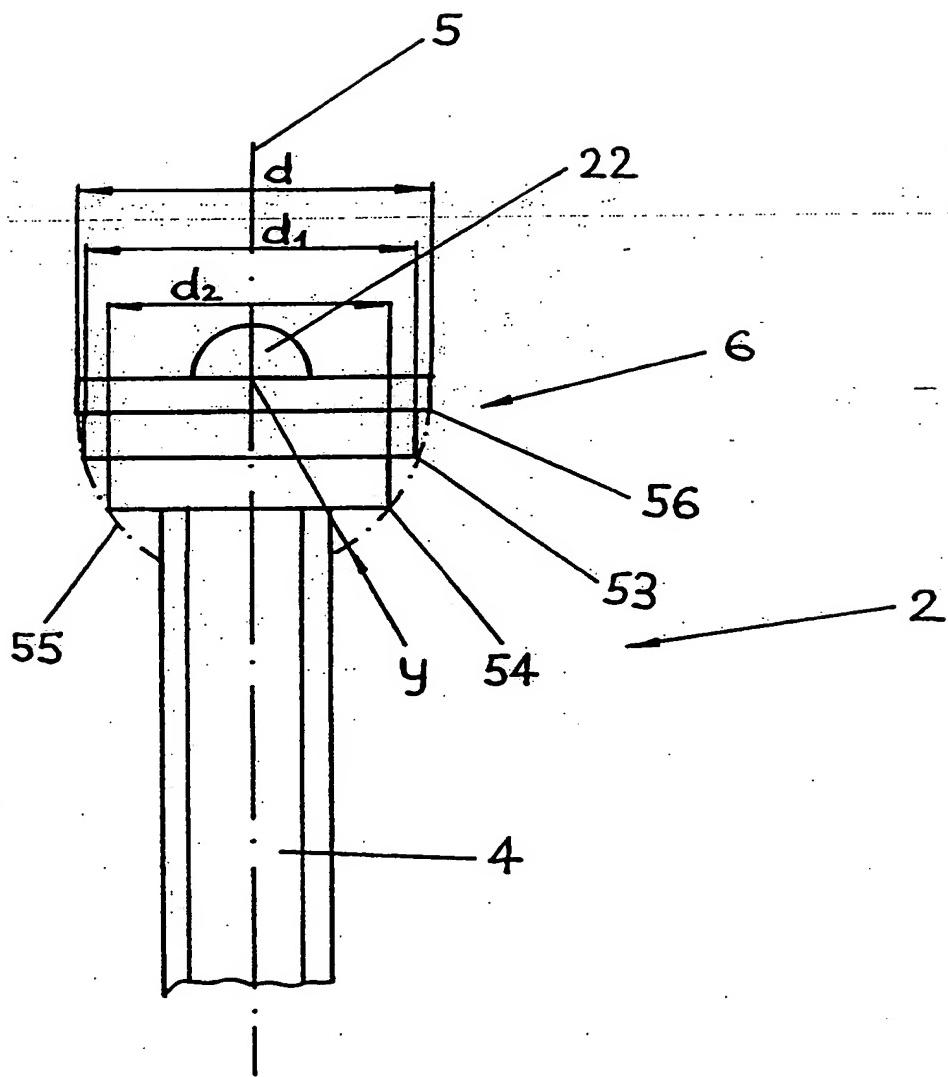


Fig. 8

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Appl. No.  
PCT/CH 99/00302

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
**IPC 7 A61B17/70**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
**IPC 7 A61B**

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 98 34553 A (G.K.MICHELSON) 13 August 1998 (1998-08-13) page 65, line 12 – line 21; figures 53,63,65,66	1,2,9, 22-24
X	WO 99 03415 A (SDGI HOLDINGS) 28 January 1999 (1999-01-28) page 9, line 18 – line 20 page 10, line 6 – line 10; figure 5	1,6-9, 16-22,24
X	WO 98 41160 A (INTELLECT MEDICAL) 24 September 1998 (1998-09-24) figure 5	1,2,23, 24
X	EP 0 498 709 A (SAFIR UND H.GRAF) 12 August 1992 (1992-08-12) column 4, line 6 – line 15 column 5, line 25 – line 32; figures 2,9	1,10,11, 14,22,24
-/-		

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

Date of mailing of the International search report

7 March 2000

14/03/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 6616 Patenttaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Fax. 31 651 890 46  
Fax: (+31-70) 340-9016

Authorized officer

Nice, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Appl. No.  
PCT/CH 99/00302

## C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>EP 0 507 162 A (WALDEMAR LINK)      7 October 1992 (1992-10-07)</p> <p>column 4, line 55 -column 5, line 7;      figures 5,6</p>	1,2,10, 11,14, 22-24
A	<p>US 5 466 237 A (J.A.BYRD ET AL.)      14 November 1995 (1995-11-14)</p> <p>cited in the application      figure 4</p>	1,25,26

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No.

PCT/CH 99/00302

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 9834553	A 13-08-1998	AU 6145998	A	26-08-1998
		AU 6268798	A	26-08-1998
		WO 9834556	A	13-08-1998
WO 9903415	A 28-01-1999	US 5891145	A	06-04-1999
		AU 8396698	A	10-02-1999
WO 9841160	A 24-09-1998	FR 2760629	A	18-09-1998
		AU 5489898	A	12-10-1998
EP 0498709	A 12-08-1992	FR 2672202	A	07-08-1992
		AT 129399	T	15-11-1995
		DE 69205595	D	30-11-1995
		DE 69205595	T	27-06-1996
		DK 498709	T	04-03-1996
		ES 2077990	T	01-12-1995
		JP 2934683	B	16-08-1999
		JP 6022978	A	01-02-1994
		KR 171910	B	20-03-1999
		US 5387213	A	07-02-1995
EP 0507162	A 07-10-1992	DE 9104025	U	30-07-1992
		DE 59200082	D	14-04-1994
		ES 2051136	T	01-06-1994
		JP 2977662	B	15-11-1999
		JP 5111495	A	07-05-1993
		US 5234431	A	10-08-1993
US 5466237	A 14-11-1995	AU 687944	B	05-03-1998
		AU 1099395	A	06-06-1995
		EP 0755228	A	29-01-1997
		WO 9513753	A	26-05-1995

**This Page Blank (uspto)**

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internales Albenzeichen

PCT/CH 99/00302

## A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 A61B17/70

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestpräzision (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole):

IPK 7 A61B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestpräzision gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen:

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe):

## C. ALS WESENTLICH ANGEBEHNE UNTERRLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Bob. Anspruch Nr.
X	WO 98 34553 A (G.K. MICHELSON) 13. August 1998 (1998-08-13) Seite 65, Zeile 12 – Zeile 21; Abbildungen 53, 63, 65, 66	1, 2, 9, 22-24
X	WO 99 03415 A (SDGI HOLDINGS) 28. Januar 1999 (1999-01-28) Seite 9, Zeile 18 – Zeile 20 Seite 10, Zeile 6 – Zeile 10; Abbildung 5	1, 6-9, 16-22, 24
X	WO 98 41160 A (INTELLECT MEDICAL) 24. September 1998 (1998-09-24) Abbildung 5	1, 2, 23, 24

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam einzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie zugeschürt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beantragten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht konflikt, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzipielle oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beantragte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung, nicht als neu oder auf erfundenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beantragte Erfindung kann nicht als auf erfundenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Anmeldedatum des Internationalen Recherchenberichts

7. März 2000

14/03/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchebehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Nice, P

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern nationales Aktenzeichen

PCT/CH 99/00302

## C (Fortschreibung) "ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN"

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 498 709 A (SAFIR UND H.GRAF) 12. August 1992 (1992-08-12) Spalte 4, Zeile 6 - Zeile 15 Spalte 5, Zeile 25 - Zeile 32; Abbildungen 2,9	1,10,11, 14,22,24
X	EP 0 507 162 A (WALDEMAR LINK) 7. Oktober 1992 (1992-10-07)  Spalte 4, Zeile 55 - Spalte 5, Zeile 7; Abbildungen 5,6	1,2,10, 11,14, 22-24
A	US 5 466 237 A (J.A.BYRD ET AL.) 14. November 1995 (1995-11-14) In der Anmeldung erwähnt Abbildung 4	1,25,26

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern. Aktenzeichen

PCT/CH 99/00302

im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9834553	A	13-08-1998		AU 6145998 A		26-08-1998
				AU 6268798 A		26-08-1998
				WO 9834556 A		13-08-1998
WO 9903415	A	28-01-1999		US 5891145 A		06-04-1999
				AU 8396698 A		10-02-1999
WO 9841160	A	24-09-1998		FR 2760629 A		18-09-1998
				AU 5489898 A		12-10-1998
EP 0498709	A	12-08-1992		FR 2672202 A		07-08-1992
				AT 129399 T		15-11-1995
				DE 69205595 D		30-11-1995
				DE 69205595 T		27-06-1996
				DK 498709 T		04-03-1996
				ES 2077990 T		01-12-1995
				JP 2934683 B		16-08-1999
				JP 6022978 A		01-02-1994
				KR 171910 B		20-03-1999
				US 5387213 A		07-02-1995
EP 0507162	A	07-10-1992		DE 9104025 U		30-07-1992
				DE 59200082 D		14-04-1994
				ES 2051136 T		01-06-1994
				JP 2977662 B		15-11-1999
				JP 5111495 A		07-05-1993
				US 5234431 A		10-08-1993
US 5466237	A	14-11-1995		AU 687944 B		05-03-1998
				AU 1099395 A		06-06-1995
				EP 0755228 A		29-01-1997
				WO 9513753 A		26-05-1995

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

30. Okt. 2001

An:

LUSUARDI Werther  
Dr. Lusuardi AG  
Kreuzbühlstrasse 8  
CH-8008 Zürich  
SUISSE

PCT

## MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN PRÜFUNGSBERICHTS

(Regel 71.1 PCT)

Absendedatum  
(Tag/Monat/Jahr)

29.10.2001

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts

1732/PCT

## WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen  
PCT/CH99/00302

Internationales Anmelde datum (Tag/Monat/Jahr)  
07/07/1999

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)  
07/07/1999

Anmelder

SYNTHES AG CHUR et al.

- Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
- Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
- Auf Wunsch eines ausgewählten Amtes wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.

### 4. ERINNERUNG

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Nam. und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung  
beauftragten Behörde

Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas  
Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl  
Fax: +31 70 340 - 3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Smits, A

Tel. +31 70 340-3596



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Annehmers oder Anwalts 1732/PCT	<b>WEITERES VORGEHEN</b>	siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)
Internationales Aktenzeichen PCT/CH99/00302	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 07/07/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 07/07/1999

Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK  
A61B17/70

Annehmer

SYNTHES AG CHUR et al.

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Annehmer gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
 Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT)

Diese Anlagen umfassen insgesamt 7 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I    Grundlage des Berichts
- II    Priorität
- III    Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erforderliche Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV    Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V    Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erforderlichen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI    Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII    Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII    Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  30/11/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  29.10.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl Fax: +31 70 340 - 3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Macaire, S  Tel. Nr. +31 70 340 3115



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# **INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/CH99/0030

## I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der Bestandteile der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

## 1-7,9-11 ursprüngliche Fassung

8 eingegangen am 23/08/2001 mit Schreiben vom 20/08/2001

## **Patentansprüche, Nr.:**

**1-36** eingegangen am 23/08/2001 mit Schreiben vom 20/08/2001

## **Zeichnungen, Blätter:**

## 1/5-5/5 ursprüngliche Fassung

- 2. Hinsichtlich der Sprache:** Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
  - die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
  - die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
  - zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
  - bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
  - bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
  - Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
  - Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/CH99/0030:

## 4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- Beschreibung, Seiten:  
 Ansprüche, Nr.:  
 Zeichnungen, Blatt:

5.  Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

## 6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

### 1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche 1-36 Nein: Ansprüche
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche 1-36 Nein: Ansprüche
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche 1-36 Nein: Ansprüche

### 2. Unterlagen und Erklärungen siehe Beiblatt

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

**Zitierte Dokumente**

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

- D1: WO 98 34553 A (G.K.MICHELSON) 13. August 1998 (1998-08-13)
- D2: WO 99 03415 A (SDGI HOLDINGS) 28. Januar 1999 (1999-01-28)
- D3: US-A-5 466 237 (J.A.BYRD ET AL.) 14. November 1995 (1995-11-14) in der Anmeldung erwähnt
- D4: WO 98 41160 A (INTELLECT MEDICAL) 24. September 1998 (1998-09-24)
- D5: EP-A-0 498 709 (SAFIR UND H.GRAF) 12. August 1992 (1992-08-12)
- D6: EP-A-0 507 162 (WALDEMAR LINK) 7. Oktober 1992 (1992-10-07)

**Neuheit**

Aus der D1 ist eine Schraube mit allen im Obergriff des einzigen unabhängigen Anspruchs 1 aufgeführten Merkmalen bekannt.

Alle kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 sind in Verbindung mit den Merkmalen des Obergriffes des vorliegenden Anspruchs 1 nicht aus einem einzigen, dem Stand der Technik beinhaltenden Dokumenten bekannt.

Somit erfüllt der Gegenstand des Anspruchs 1 das Kriterium der Neuheit nach Artikel 33(2) PCT und Regeln 64.1 - 64.3 PCT.

Die Ansprüche 2 bis 36 sind direkt oder indirekt von Anspruch 1 abhängig. Die Gegenstände dieser Ansprüche sind somit ebenfalls neu im Sinne des Artikel 33(2) PCT.

**Erfindliche Tätigkeit**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Als Aufgabe der Erfindung kann betrachtet werden, eine Verbindung zwischen Knochenschraube und Verankerungselement herzustellen, welche verschiedene Winkel zwischen Schraubenachse und Verankerungselement zuläßt und stabil, insbesondere bei geeigneter Materialpaarung formschlüssig ist (siehe ursprüngliche Beschreibungsseite 2, Absatz).

Dokumenten D1, D2 und D4-D6 offenbaren Knochenschrauben mit konzentrischen Kanten. Diese Kanten können schraubenschaftseitig keine zur Zentralachse konzentrische Kugelzone bilden.

Dokument D3 offenbart eine Knochenschraube mit einer zur Zentralachse konzentrische schraubenschaftseitige Kugelzone. Diese Fläche ist nicht mit Kanten ausgebildet.

Die Ausführung des Wulstes gemäß dem Anspruch 1 zeigt gegenüber schraubenschaftseitig sphärisch ausgebildeten Wulsten den Vorteil, daß sich beim Anziehen der Knochenschraube die Kanten am Wulst in die zur Aufnahme des Schraubenkopfes dienende Kavität eingraben und daher zu einer formschlüssigen Verbindung zwischen Schraubenkopf und Aufnahmeteil führen. Die Gestaltung einer solchen formschlüssigen Verbindung wird im zitierten Stand der Technik nicht offenbart, so das auch durch eine Kombination dieser zitierten Dokumente nicht zur neu beanspruchten Erfindung führt.

Deswegen beruht der Gegenstand der Ansprüche 1 auf einer erfinderischen Tätigkeit. Die unabhängige Ansprüche 1 erfüllt das in Artikel 33(3) PCT genannte Kriterium.

Die Ansprüche 2 bis 36 sind direkt oder indirekt von Anspruch 1 abhängig. Die Gegenstände dieser Ansprüche berühren somit ebenfalls auf einer erfinderischen Tätigkeit im Sinne des Artikel 33(3) PCT.

#### **Gewerblicher Anwendbarkeit**

Der Gegenstand der Ansprüche 1-36 ist auf irgendeinem gewerblichen Gebiet herstellbar oder benutzbar und gilt daher auch als gewerblich anwendbar.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**Zu Punkt VIII**

**Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung**

Die auf Seite 3, Absätze 2 und 3 beschriebenen bzw. in Abbildung 1-7 dargestellten Ausführungsbeispiele fallen nicht unter die vorliegenden Ansprüche. Dieser Widerspruch zwischen den Ansprüchen und der Beschreibung führt zu Zweifeln bezüglich des Gegenstandes des Schutzbegehrens, weshalb die Ansprüche nicht klar sind (Artikel 6 PCT).

Die auf Seite 2 dritte Absatz Bezugnahme auf dem Anspruch 25 sollte eine Bezugnahme auf dem Anspruch 23 sein.

Die Ansprüche 32 und 33 enthalten Merkmale die schon in Anspruch 1 definiert sind. Deswegen entsprechen die Ansprüche 32 und 33 nicht den Erfordernissen des Artikels 6 PCT, weil der Gegenstand des Schutzbegehrens nicht klar definiert ist.

**THIS PAGE BLANK (uGPTO)**

Fig. 3 einen Schnitt durch die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung quer zu einem Längsträger;

Fig. 4 eine Ansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemässen mehrteiligen Knochenschraube;

Fig. 5 eine Ansicht einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemässen mehrteiligen Knochenschraube;

Fig. 6 eine Ansicht nochmals einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemässen mehrteiligen Knochenschraube;

Fig. 7 einen Schnitt durch eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung; und

Fig. 8 eine Ansicht einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemässen Knochenschraube.

In Fig. 1 ist ein Ausschnitt aus einem Knochenfixationskörper 1 zusammen mit einer Knochenschraube 2 gemäss einer Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung dargestellt. Der Knochenfixationskörper 1 ist als Knochenplatte gestaltet und weist eine schraubenschaftseitige Unterseite 9 und eine schraubenkopfseitige Oberseite 11 auf, wobei die Unterseite 9 beim Festschrauben der Knochenplatte zur Anlage an den Knochen bestimmt ist. Die Aufnahme der Knochenschraube 2 im Knochenfixationskörper 1 erfolgt in einer Bohrung 7, welche eine Zentralachse 8 aufweist, den Knochenfixationskörper 1 durchdringt und mit einem konkaven sich gegen die Unterseite 9 verjüngenden Abschnitt 10 versehen ist. Der konkave Abschnitt 10 ist sphärisch mit einem Krümmungsradius X ausgebildet und mündet gegen die Oberseite 11 in einen zylindrischen Abschnitt mit dem Durchmesser D. In der hier gezeigten Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung entspricht der Krümmungsradius X dem Radius des zylindrischen Abschnittes  $X = D / 2$ . Die Knochenschraube 2 umfasst konzentrisch zu einer Schraubenlängsachse 5 einen im Knochen oder Knochenteil zu verankernden Schraubenschaft 4 und einen Schraubenkopf 3 sowie zwischen Schraubenschaft 4



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Patentansprüche

1. Knochenschraube (2;14) mit einem zu einer Schraubenlängsachse (5;24) konzentrisch in einem Knochen oder Knochenteil zu verankernden Schraubenschaft (4;21) und einem Schraubenkopf (3;22), wobei die Knochenschraube (2;14) zwischen dem Schraubenkopf (3;22) und dem Schraubenschaft (4;21) einen zur Schraubenlängsachse (5;24) konzentrischen scheibenförmigen Wulst (6;23) aufweist, dessen Durchmesser grösser als der Durchmesser des Schraubenschaftes (4;21) ist, wobei  
der Wulst (6;23) mehrere, zur Schraubenlängsachse (5;24) konzentrische Kanten (53;54;56) umfasst,  
dadurch gekennzeichnet, dass
  - A) die Kanten (53;54;56) kreislinienförmig ausgebildet sind und die Durchmesser  $d;d_1;d_2;d_i$  aufweisen, welche so dimensioniert sind, dass die Kanten (53;54;56) auf einer imaginären, schraubenschaftseitig konvexen Fläche (55) verlaufen, und
  - B) die imaginäre Fläche (55) eine zur Zentralachse (8;16) konzentrische Kugelzone mit dem Radius Y ist.
2. Knochenschraube (2;14) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wulst (6;23) zwei, zur Schraubenlängsachse (5;24) konzentrische Kanten (53;54;56) aufweist.
3. Knochenschraube (2;14) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die konzentrischen Kanten (53;54;56) des Wulstes (6;23) gegen den Schraubenschaft (4) hin abnehmende Durchmesser  $d > d_1 > d_2 > d_i$  aufweisen.
4. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (22) konkav ausgebildet ist.
5. Knochenschraube (2) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (22) sphärisch ausgebildet ist.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

6. Knochenschraube (2) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (22) halbkugelförmig ausgebildet ist, wobei der Zenit des Schraubenkopfes (22) die Schraubenlängsachse (24) endständig schneidet.
7. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (3;22) einstückig mit dem Schraubenschaft (4;21) ist.
8. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass sie mehrteilig ist, wobei mindestens Schraubenkopf (3;22) und Schraubenschaft (4;21) separate aber konzentrisch zur Schraubenlängsachse (5;24) verbindbare Einzelteile sind.
9. Knochenschraube (2) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (3;22) und der Schraubenschaft (4;21) lösbar verbindbare Einzelteile sind.
10. Knochenschraube (2) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (3;22), der Wulst (6;23) und der Schraubenschaft (4;21) separate aber konzentrisch zur Schraubenlängsachse (5;24) verbindbare Einzelteile sind.
11. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (3;22) mittels einer Konusverbindung mit dem Schraubenschaft (4;21) verbunden ist.
12. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (3;22) mittels einer Schraubverbindung mit dem Schraubenschaft (4;21) verbunden ist.
13. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Schraubenkopf (3;22) mittels eines Bajonettverschlusses mit dem Schraubenschaft (4;21) verbunden ist.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

14. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser d des Wulstes (6;23) zwischen 8-10 mm beträgt.

15. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Wulst (6;23) eine Dicke von 1-2 mm hat.

16. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Aussendurchmesser des Schraubenschaftes (4;21) 5-6 mm beträgt.

17. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser d des Wulstes (6;23) zwischen 4-6 mm beträgt.

18. Knochenschraube (2) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Wulst (6;23) eine Dicke von 0,5 - 1 mm hat.

19. Knochenschraube (2) nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Aussendurchmesser des Schraubenschaftes (4;21) 3-5 mm beträgt.

20. Knochenschraube (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass sie zur Fixation von Knochen oder Knochenteilen innerhalb einer osteosynthetischen Fixationsvorrichtung dient.

21. Knochenschraube (2) nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass sie zur Fixation von Knochen oder Knochenteilen an einer Knochenplatte (1) dient.

22. Knochenschraube (2) nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Pedikelschraube (14) ist und zur Fixation von Wirbelkörpern innerhalb einer Wirbelsäulenfixationsvorrichtung dient.

23. Vorrichtung zur osteosynthetischen Knochenfixation mit mindestens einer Knochenschraube (2;14) nach einem der Ansprüche 1 bis 22 ; und

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

- A) mindestens einem plattenförmigen, prismatischen oder zylindrischen Fixationskörper (1;15), welcher mindestens eine Bohrung (7;17) mit einer Zentralachse (8;16) zur Aufnahme der Knochenschraube (2;14), schraubenschaftseitig eine Unterseite (9;19) und schraubenkopfseitig eine Oberseite (11;18) aufweist, wobei
- B) die Bohrung (7;17) einen sich gegen die Unterseite (9;19) verjüngenden Abschnitt (10;26) umfasst,  
dadurch gekennzeichnet, dass
- C) der Durchmesser d des Wulstes (6;23) so dimensioniert ist, dass der Wulst (6;23) im konkaven Abschnitt (10;26) der Bohrung (7;17) unter verschiedenen Winkeln zwischen Schraubenlängsachse (5;24) und Zentralachse (8;16) an der Wand (12;27) der Bohrung (7;17) zur Anlage bringbar ist.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass

- A) die Knochenschraube (2) eine Pedikelschraube (14) mit einem konvexen Schraubenkopf (22) ist;
- B) der Fixationskörper (1) ein Aufnahmekopf (15) mit der Zentralachse (16) ist, welcher zur Verbindung eines Längsträgers (13) mit der Pedikelschraube (14) dient, und dieser Aufnahmekopf (15) zusätzlich einen quer zur Zentralachse (16) verlaufenden, gegen die Oberseite (18) offenen Kanal (20) zur Aufnahme eines Längsträgers (13) aufweist; und
- C) die Vorrichtung zusätzlich Spannmittel (25) umfasst, welche von der Oberseite (18) her mit dem Aufnahmekopf (15) in lösbarer Weise verbindbar sind und zur Fixierung eines Längsträgers (13) und der Pedikelschraube (14) innerhalb des Aufnahmekopfes (15) dienen.

25. Vorrichtung nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass der kreisscheibenförmige Wulst (6;23) den Durchmesser d aufweist und der konkave Abschnitt (10;26) sphärisch ausgebildet ist und den Durchmesser D aufweist, wobei D = d ist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass der kreisscheibenförmige Wulst (6;23) den Durchmesser d aufweist und der konkave

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Abschnitt (10;26) sphärisch ausgebildet ist und den Durchmesser D aufweist, wobei  $D > d$  ist.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis  $d : D$  zwischen 0,5 und 1,0 liegt.

28. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis  $d : D$  zwischen 0,85 und 0,95 liegt.

29. Vorrichtung nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass der konkave Abschnitt (10;26) kugelschichtartig ausgebildet ist, wobei die Kugelschicht einen Radius X aufweist und  $X \geq D/2$  ist.

30. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis von  $D/2$  zu X zwischen 0,5 und 1,0 beträgt.

31. Vorrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis von  $D/2$  zu X zwischen 0,85 und 0,95 beträgt.

32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass der Rand des Wulstes (6;23) kantig ausgebildet ist und mindestens eine untere Kante (28;53;54;56) aufweist.

33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass der Wulst (6) mehrere, zur Schraubenlängsachse (5;24) konzentrische Kanten (53;54;56) mit gegen den Schraubenschaft (4) hin abnehmenden Durchmessern  $d > d_1 > d_2$  umfasst.

34. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanten (53;54;56) kreislinienförmig sind, und die Durchmesser  $d; d_1; d_2$  so dimensioniert sind, dass die Kanten (53;54;56) auf einer imaginären, schraubenschaftseitig konvexen Fläche (55) verlaufen und im konkaven Abschnitt (10;26) der Bohrung (7;17) unter verschiedenen Winkeln zwischen Schraubenlängsachse (5;24) und Zentralachse (8;16) an der Wand (12;27) der Bohrung (7;17) zur Anlage bringbar sind.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

35. Vorrichtung nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, dass die imaginäre Fläche (55) eine zur Zentralachse (8;16) konzentrische Kugelzone mit dem Radius Y ist.

36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 oder 25 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass der Fixationskörper (1) eine Knochenplatte mit mindestens einer durchgehenden Bohrung (7) für eine Knochenschraube (2) ist und die Vorrichtung zusätzlich eine Madenschraube (45) mit Mitteln zur Aufnahme eines Schraubendrehers umfasst, welche in ein von der Oberseite (11) her in die Bohrung (7) eingebrachtes Innengewinde (46) schraubar ist und beim Anziehen gegen den Schraubenkopf (22) pressbar ist.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Bone screw of adjustable angle, and device for osteosynthetic bone fixation

The invention relates to a bone screw according to the preamble of patent claim 1 and to a device for osteosynthetic bone fixation according to the preamble of patent claim 25.

Various devices for internal fixation of bone fragments in the human or animal body are already known from the prior art.

In the case of internal fixation of the spinal column or of parts of the spinal column, such devices often essentially comprise pedicle screws which are anchored by means of threads in the pedicles of the individual vertebrae to be joined, and one or more longitudinal supports which extend in the direction of the spinal column and have to be connected securely to the pedicle screw. For stable anchoring of the whole implant, the pedicle screws must on the one hand be screwed securely into the pedicles and, on the other hand, connected rigidly to the longitudinal supports. The connection between the screw head of the pedicle screws and the longitudinal support is normally effected by means of clamp mechanisms which must permit a stable connection, even at different angles of the pedicle screw in relation to the longitudinal support. The clamp connection must be releasable so that the whole implant can be removed again without large tissue openings in the area of the spinal column.

Secure connections between bone screws and plates or supports are also common in other internal bone fixations. Here too, different angles of the bone screws relative to the plate or the support must be possible without adversely affecting the connections in terms of their stability.

Such a connection between a bone-anchoring screw and a stabilizer rod for internal fixation of vertebrae is known from US 5,466,237 BYRD. This known

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

invention has a bone-anchoring screw with a screw head which is designed as a segment of a sphere on its side facing the screw shank and is convex at its end. The spherical segment part of the screw is mounted in a bore of the anchoring element, this bore comprising a concave portion which tapers toward the screw shank so that a ball-joint-type connection is obtained between the bone screw and the anchoring element. This ball-joint-type connection is blocked by tightening a nut on the anchoring element, which nut presses against the longitudinal support which has been placed in the anchoring element and which consequently presses against the terminal convex part of the screw head and thus blocks the screw head in the anchoring element. However, because of the often inexactly matching spherical surfaces on the bone screw and in the anchoring element, such a blockable ball-joint-type connection is unsuitable for taking up the forces which arise in bone fixation. In addition, such a ball-joint-type connection can only be blocked with frictional engagement.

The invention is intended to remedy this situation. The invention is based on the object of providing a connection between bone screw and anchoring element which permits different angles between screw axis and anchoring element and which is stable, in particular permitting a form fit with suitable material pairing.

The object set is achieved by the invention with a bone screw which has the features of claim 1, and with a device for osteosynthetic bone fixation, which has the features of claim 25.

Further advantageous embodiments of the invention are specified in the dependent claims.

The bone screw according to the invention comprises a screw shank to be anchored concentric to a longitudinal axis in a bone or bone part, and a likewise concentric screw head, and also, between screw head and screw shank, a disk-shaped collar which is

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

concentric to the longitudinal axis. The diameter of the collar is greater than the diameter of the screw shank. Depending on the embodiment of the bone screw according to the invention, the diameter of the collar is preferably between 8 and 10 mm or between 4 mm and 6 mm, while the diameter of the screw shank is preferably between 5 and 6 mm or between 3 and 5 mm. The thickness of the collar, again depending on the embodiment of the bone screw according to the invention, is preferably between 1 and 2 mm or between 0.5 and 1 mm.

The rim of the collar is preferably stepped and has a lower edge for bearing against the wall of a bore formed with a curved surface.

In another embodiment of the bone screw according to the invention, the collar comprises, on the side toward the screw shank, a plurality of circular edges concentric to the longitudinal axis of the screw, with diameters  $d > d_1 > d_2$  decreasing toward the screw shank. The diameters  $d$ ;  $d_1$ ;  $d_2$  are preferably dimensioned such that the edges run on an imaginary convex surface on the screw shank side. In a special embodiment of the bone screw according to the invention, this imaginary surface can be designed as a spherical zone concentric to the central axis and with the radius  $Y$ .

The screw head can be of convex design, in particular spherical or semispherical.

Depending on the embodiment, screw head and screw shank are made in one piece or in more than one piece, the screw head being able to be secured in a releasable manner on the screw shank by means of a cone connection, a screw connection or a bayonet lock connection.

Depending on the embodiment, the bone screw according to the invention can be used for fixation of bones or bone parts in an osteosynthesis fixation device and can serve, for example, for the fixation of

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

bones or bone parts on a bone plate or for fixation of vertebrae in a spinal column fixation device.

The device according to the invention for osteosynthetic bone fixation comprises at least one bone screw with a screw shank to be anchored in the bone or bone part and with a screw head, and at least one fixation body which serves for stable fixation of the bones or bone parts. The fixation body has at least one bore for receiving the bone screw, this bore passing through the fixation body and comprising a concave portion tapering toward the end at the screw shank side. The bone screw has a disk-shaped collar arranged between screw head and screw shank and concentric to the longitudinal axis of the bone screw. The diameter of the collar is dimensioned such that the collar, in the concave portion of the bore, can be made to bear on the wall of the bore at different angles between the longitudinal axis of the bone screw and the central axis of the bore. This configuration of the disk-shaped collar with a plane surface on the screw shank side, which surface bears on the concave wall of the bore upon tightening of the screw, permits a linear contact between the bone screw and the fixation body.

In one embodiment of the device according to the invention, this is used to connect a longitudinal support to the bone screw, designed as pedicle screw, within a spinal column fixation system. The fixation body is designed as a receiving head which serves to connect the longitudinal support to the pedicle screw. Besides the through-bore passing through the receiving head in order to receive the pedicle screw, there is additionally a channel extending transverse to the central axis of the receiving head and open toward the screw head end in order to receive the longitudinal support. The device additionally comprises clamping means which can be connected to the receiving head in a releasable manner at the screw head end and serve for fixing the longitudinal support and the pedicle screw within the receiving head. The through-bore comprises a

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

concave portion tapering toward its screw shank end, so that the collar on the pedicle screw can be made to bear on the wall of the through-bore, in the concave portion of the through-bore, at different angles between the screw axis and the central axis of the bore.

In a further embodiment of the device according to the invention, the disk-shaped collar on the bone screw has the diameter  $d$ , and the concave portion is of spherical design and has the diameter  $D$ , where  $D = d$ . However, with this design, only small angles of the screw axis relative to the central axis of the bore in the fixation body are possible, since otherwise the linear contact is obtained only on one part of the collar circumference. For greater angles, a design of the concave portion is suitable with a diameter  $D$ , where  $D > d$ . In this case, the ratio  $d:D$  can be chosen between 0.5 and 1.0, preferably between 0.85 and 0.95. In addition, the diameter of the screw head is chosen such that, if the bone screw is in an inclined position, the screw head does not bear on the wall of the bore and thereby restrict an inclined position of the bone screw.

In yet another embodiment of the device according to the invention, the concave portion is designed in the manner of a spherical segment, where the spherical segment has a radius  $X$  while the diameter of the concave portion is  $D$ , so that  $X \geq D/2$ . The ratio of  $D/2$  to  $X$  is between 0.5 and 1.0, preferably between 0.85 and 0.95.

In a particular embodiment of the device according to the invention, the convex screw head of the bone screw is of spherical or semispherical design. In the case of the connection device between longitudinal support and pedicle screw, the advantage of this design lies in the fact that a longitudinal support clamped between screw head and clamping means presses on the screw head concentric to the central

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

axis even if the pedicle screw is in an inclined position.

The convex screw head can be made in one piece with the screw shank or, in the case of a two-piece bone screw, can be connected to the screw shank in a releasable manner. By means of the two-piece design, the means for inserting a screwdriver into the screw shank, for example a hexagon socket or internal thread, can above all be more easily provided. In addition, in the case of a central arrangement of, for example, a hexagon socket in the screw shank, the bearing between longitudinal support and screw head is not adversely affected by application of the screw head after implantation of the bone screw.

The rim of the collar on the bone screw is advantageously stepped, especially on the underside toward the screw shank, so that a lower edge is formed which is intended for linear contact with the wall of the concave portion.

Another embodiment of the device according to the invention differs from the above-described embodiment only in that the collar between screw head and screw shank comprises a plurality of edges concentric to the longitudinal axis of the screw, with diameters  $d > d_1 > d_2$  decreasing toward the screw shank.

The edges are circular on the screw shank side. The diameters  $d$ ;  $d_1$ ;  $d_2$  are preferably dimensioned here such that the edges run on an imaginary convex surface on the screw shank side and, in the concave portion of the bore, can be made to bear against the wall of the bore at different angles between the longitudinal axis of the screw and the central axis.

The diameters  $d$ ;  $d_1$ ;  $d_2$  are preferably chosen such that the imaginary surface is a spherical zone concentric to the central axis and with the radius  $Y$ .

Depending on the embodiment of the bone screw according to the invention, the diameter  $D$  of the concave portion and the diameter  $d$  of the collar is advantageously between 8 and 10 mm, or between 4 and

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

6 mm, while the collar advantageously has a thickness of 1 to 2 mm or of 0.5 to 1 mm depending on the embodiment of the bone screw according to the invention.

The external diameter of the screw shank is advantageously 5 to 6 mm or 3 to 5 mm depending on the embodiment of the bone screw according to the invention.

In another embodiment of the device according to the invention, the fixation body is designed as a bone plate with at least one through-bore for receiving a bone screw. The device can additionally comprise a grub screw with means for receiving a screwdriver, the grub screw being able to be screwed in an internal thread introduced from the upper side into the at least one bore and being able to be pressed against the screw head of the bone screw upon tightening.

The advantages afforded by the invention are essentially that, by virtue of the inventive design of the bore for receiving a bone screw and the design of the bone screw with a collar which is intended to bear in a concave portion of the bore, a linear contact can be obtained which, upon fixation of the device, leads to a secure connection between bone screw and fixation body. In the case of a deformable bore wall, a form-fit connection between collar and bore wall can also be obtained as a result of the linear contact. The advantages which can be afforded by the two-part design of the bone screw are that the surface of the convex screw head in the area of contact with another implant part, for example the longitudinal support, is smooth and this contact zone is not impeded by means for receiving a screwdriver.

The invention and developments of the invention are discussed in greater detail below with reference to the partially diagrammatic representations of a number of illustrative embodiments.

Fig. 1 shows a section through an embodiment of the device according to the invention;

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Fig. 2 shows a section parallel to a longitudinal support through a further embodiment of the device according to the invention;

Fig. 3 shows a section through the embodiment of the device according to the invention represented in Fig. 2, transverse to a longitudinal support;

Fig. 4 shows a view of an embodiment of the multi-part bone screw according to the invention;

Fig. 5 shows a view of a further embodiment of the multi-part bone screw according to the invention;

Fig. 6 again shows a view of a further embodiment of the multi-part bone screw according to the invention;

Fig. 7 shows a section through a further embodiment of the device according to the invention; and

Fig. 8 shows a view of a further embodiment of the bone screw according to the invention.

A part of a bone fixation body 1 is shown in Fig. 1 together with a bone screw 2 according to one embodiment of the device according to the invention. The bone fixation body 1 is designed as a bone plate and has an underside 9 toward the screw shank and an upper side 11 toward the screw head, the upper side 9 being intended to bear on the bone when the bone plate is screwed tight. The bone screw 2 is received in the bone fixation body 1 in a bore 7 which has a central axis 8, passes through the bone fixation body 1 and is provided with a concave portion 10 tapering toward the underside 9. The concave portion 10 is of spherical design, with a radius of curvature X, and opens toward the upper side 11 into a cylindrical portion with the diameter D. In the embodiment of the device according to the invention shown here, the radius of curvature X corresponds to the radius of the cylindrical portion  $X = D/2$ . The bone screw 2 comprises, concentric to a longitudinal axis 5 of the screw, a screw shank 4 to be anchored in the bone or bone part and a screw head 3, as well as a circular disk-shaped collar 6 arranged

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

between screw shank 4 and screw head 3 and concentric to the longitudinal axis 5 of the screw, and with a plane bearing surface 31 toward the screw shank.

As regards its diameter  $d$ , the collar 6 is dimensioned such that, in the concave portion 10, it can bear on the wall 12 of the bore 7 at different angles between the longitudinal axis 5 of the screw and the central axis 8 of the bore 7. This ensures that the bone screw 2 can be screwed into the bone or the bone part at different angles relative to the bone fixation body 1.

Figures 2 and 3 show an embodiment of the device according to the invention which serves to connect a longitudinal support 13 to a pedicle screw 14 in a spinal column fixation system. This device comprises a pedicle screw 14 which, concentric to its longitudinal axis 24, has a screw shank 21 to be anchored in the bone and a convex screw head 22, a receiving head 15 with the central axis 16, which serves to connect a longitudinal support 13 to the pedicle screw 14, and clamping means 25 which essentially have the shape of a nut and, by means of an internal thread 32, can be screwed in a releasable manner via an external thread 31 adjoining the upper side 18 of the receiving head 15 and serve to fix the longitudinal support 13 and the pedicle screw 14 within the receiving head 15.

The convex screw head 22 is designed in the form of segment of a sphere, the zenith 29 of the spherical segment lying on the longitudinal axis 24 of the screw and forming the screw-head end of the pedicle screw 14. Also arranged on the screw head 22 are two or more surfaces 30 oriented parallel to the longitudinal axis 24 of the screw and forming two external edges for screwing the pedicle screw 14 into the bone by means of a screwdriver. An external hexagon is also possible instead of the external two edges.

The receiving head 15 has an upper side 18 toward the screw head, an underside 19 toward the screw

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

shank, a through-bore 17 passing through the receiving head 15 coaxial to the central axis 16 for receiving the pedicle screw 14, and additionally a channel 20 extending transverse to the central axis 16, open toward the upper side 18 and receiving a longitudinal support 13. In this way, the longitudinal support 13 can be inserted into the open channel 20 from the direction of the upper side 18 and can be fixed therein in a releasable manner by the clamping means 25.

The through-bore 17 comprises a concave portion 26 which tapers toward the underside 19 and which, in the embodiment of the device according to the invention shown here, is designed as a segment of a sphere.

The pedicle screw 14 additionally has, between the convex screw head 22 and the screw shank 21, a disk-shaped collar 23 which is concentric to the longitudinal axis 24 of the screw and is dimensioned such that the collar 23, in the concave portion 26 of the through-bore 17, can bear on the wall 27 of the through-bore 17 at different angles between the longitudinal axis 24 of the screw and the central axis 16.

An embodiment of the two-part bone screw 2 according to the invention is shown in Fig. 4. The connection between screw head 3 and screw shank 4 is a cone connection. Arranged on the screw head 3 there is a conical peg 32 which is concentric to the longitudinal axis 5 of the screw and which can be secured in a bore 33 concentric to the longitudinal axis 5 of the screw, with an inner cone 34 at the screw head end of the screw shank 4.

Fig. 5 shows a further embodiment of the two-part bone screw 2 according to the invention. Here, the connection between screw head 3 and screw shank 4 is a screw connection. Arranged on the screw head 3 there is a threaded peg 35 which is concentric to the longitudinal axis 5 of the screw and which can be screwed into a bore 36, concentric to the longitudinal

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

axis 5 of the screw, with an internal thread 37 at the screw-head end of the screw shank 4.

Fig. 6 again shows a further embodiment of the two-part bone screw 2 according to the invention. Here, the connection between screw head 3 and screw shank 4 is a bayonet lock. Arranged on the screw head 3 there is a peg 38, concentric to the longitudinal axis 5 of the screw, with a radially protruding pin 39 which can be snapped into a bore 40, with groove 43, concentric to the longitudinal axis 5 of the screw, the groove 43 having a part 42 extending parallel to the longitudinal axis 5 of the screw and a part 41 extending peripherally in the bore 40.

Fig. 7 shows an embodiment of the device according to the invention which differs from the embodiment shown in Fig. 1 only in that the fixation body 1 is a bone plate with at least one through-bore 7 for a bone screw 2 and the device additionally comprises a grub screw 45 with means 47 for receiving a screwdriver, which can be screwed in an internal thread 46 introduced from the upper side 11 into the bore 7 and can be pressed against the screw head 22 upon tightening. By means of this grub screw 45 which can be tightened, a stable-angle fixation of the bone screw 2 in the bone plate 1 is achieved.

Fig. 8 shows an embodiment of the bone screw 2 according to the invention which differs from the embodiments shown in Figures 4 through 6 only in that the collar 6 comprises several circular edges 53; 54; 56 toward the screw shank, the diameters  $d$ ;  $d_1$ ;  $d_2$  of these edges 53; 54; 56 being dimensioned such that the edges 53; 54; 56 run on an imaginary convex surface 55, on the screw shank side, which is designed as a spherical zone concentric to the central axis 5 and with the radius Y.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Patent Claims

1. A bone screw (2; 14) with a screw shank (4; 21) to be anchored concentric to a longitudinal axis (5; 24) of the screw in a bone or bone part, and with a screw head (3; 22), characterized in that the bone screw (2; 14) has, between the screw head (3; 22) and the screw shank (4; 21), a disk-shaped collar (6; 23) which is concentric to the longitudinal axis (5; 24) of the screw and whose diameter is greater than the diameter of the screw shank (4; 21).

2. The bone screw (2; 14) as claimed in claim 1, characterized in that the rim of the collar (6; 23) is ~~edged~~ stepped and has at least one lower edge (28; 53; 54; 56).

3. The bone screw (2; 14) as claimed in claim 2, characterized in that the collar (6) comprises a plurality of edges (53; 54; 56) concentric to the longitudinal axis (5; 24) of the screw, with diameters  $d > d_1 > d_2$  decreasing toward the screw shank (4).

4. The bone screw as claimed in claim 3, characterized in that the edges (53; 54; 56) are circular, and the diameters  $d$ ;  $d_1$ ;  $d_2$  are dimensioned such that the edges (53; 54; 56) run on an imaginary convex surface (55) on the screw shank side.

5. The bone screw as claimed in claim 4, characterized in that the imaginary surface (55) is a spherical zone concentric to the central axis (8; 16) and with the radius Y.

6. The bone screw (2) as claimed in one of claims 1 through 5, characterized in that the screw head (22) is of convex design.

7. The bone screw (2) as claimed in claim 6, characterized in that the screw head (22) is of spherical design.

8. The bone screw (2) as claimed in claim 7, characterized in that the screw head (22) is of semispherical design, the zenith of the screw head (22)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

intersecting the longitudinal axis (24) of the screw at the end.

9. The bone screw (2) as claimed in one of claims 1 through 8, characterized in that the screw head (3; 22) is made in one piece with the screw shank (4; 21).

10. The bone screw (2) as claimed in one of claims 1 through 9, characterized in that it is in more than one piece, at least screw head (3; 22) and screw shank (4; 21) being individual parts which are separate but can be connected concentric to the longitudinal axis (5; 24) of the screw.

11. The bone screw (2) as claimed in claim 10, characterized in that the screw head (3; 22) and the screw shank (4; 21) are individual parts which can be connected in a releasable manner.

12. The bone screw (2) as claimed in claim 10, characterized in that the screw head (3; 22), the collar (6; 23) and the screw shank (4; 21) are individual parts which are separate but can be connected concentric to the longitudinal axis (5; 24) of the screw.

13. The bone screw (2) as claimed in one of claims 10 through 12, characterized in that the screw head (3; 22) is connected to the screw shank (4; 21) by means of a cone connection.

14. The bone screw (2) as claimed in one of claims 10 through 12, characterized in that the screw head (3; 22) is connected to the screw shank (4; 21) by means of a screw connection.

15. The bone screw (2) as claimed in one of claims 10 through 12, characterized in that the screw head (3; 22) is connected to the screw shank (4; 21) by means of a bayonet lock.

16. The bone screw (2) as claimed in one of claims 1 through 15, characterized in that the diameter d of the collar (6; 23) is between 8 and 10 mm.

17. The bone screw (2) as claimed in one of claims 1 through 16, characterized in that the collar (6; 23) has a thickness of 1 to 2 mm.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

18. The bone screw (2) as claimed in one of claims 1 through 17, characterized in that the external diameter of the screw shank (4; 21) is 5 to 6 mm.

19. The bone screw (2) as claimed in one of claims 1 through 15, characterized in that the diameter d of the collar (6; 23) is between 4 and 6 mm.

20. The bone screw (2) as claimed in claim 19, characterized in that the collar (6; 23) has a thickness of 0.5 to 1 mm.

21. The bone screw (2) as claimed in claim 20, characterized in that the external diameter of the screw shank (4; 21) is 3 to 5 mm.

22. The bone screw (2) as claimed in one of claims 1 through 21, characterized in that it serves for the fixation of bones or bone parts in an osteosynthesis fixation device.

23. The bone screw (2) as claimed in claim 22, characterized in that it serves for the fixation of bones or bone parts on a bone plate (1).

24. The bone screw (2) as claimed in claim 22, characterized in that it is a pedicle screw (14) and serves for the fixation of vertebrae in a spinal column fixation device.

25. A device for osteosynthetic bone fixation with at least one bone screw (2; 14) as claimed in one of claims 1 through 24; and

A) at least one plate-shaped, prismatic or cylindrical fixation body (1; 15) which has at least one bore (7; 17) with a central axis (8; 16) for receiving the bone screw (2; 14), an underside (9; 19) toward the screw shank, and an upper side (11; 18) toward the screw head,

B) the bore (7; 17) comprising a portion (10; 26) tapering toward the underside (9; 19),

characterized in that

C) the diameter d of the collar (6; 23) is dimensioned such that the collar (6; 23), in the concave portion (10; 26) of the bore (7; 17), can be made to bear on the wall (12; 27) of the bore (7; 17)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

at different angles between the longitudinal axis (5; 24) of the screw and the central axis (8; 16).

26. The device as claimed in claim 25, characterized in that

A) the bone screw (2) is a pedicle screw (14) with a convex screw head (22);

B) the fixation body (1) is a receiving head (15) with central axis (16), which serves to connect a longitudinal support (13) to the pedicle screw (14), and this receiving head (15) additionally has a channel (20) extending transverse to the central axis (16) and open toward the upper side (18) in order to receive a longitudinal support (13); and

C) the device additionally has clamping means (25) which can be connected to the receiving head (15) in a releasable manner from the upper side (18) and serve for fixing a longitudinal support (13) and the pedicle screw (14) within the receiving head (15).

27. The device as claimed in claim 25 or 26, characterized in that the circular collar (6; 23) has the diameter d, and the concave portion (10; 26) is of spherical design and has the diameter D, where  $D = d$ .

28. The device as claimed in claim 25 or 26, characterized in that the circular collar (6; 23) has the diameter d and the concave portion (10; 26) is of spherical design and has the diameter D, where  $D > d$ .

29. The device as claimed in claim 28, characterized in that the ratio  $d:D$  is between 0.5 and 1.0.

30. The device as claimed in claim 29, characterized in that the ratio  $d:D$  is between 0.85 and 0.95.

31. The device as claimed in claim 25 or 26, characterized in that the concave portion (10; 26) is designed in the manner of a spherical segment, where the spherical segment has a radius X, and  $X \geq D/2$ .

32. The device as claimed in claim 31, characterized in that the ratio of  $D/2$  to X is between 0.5 and 1.0.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

33. The device as claimed in claim 32, characterized in that the ratio of D/2 to X is between 0.85 and 0.95.

34. The device as claimed in one of claims 25 through 33, characterized in that the rim of the collar (6; 23) is stepped and has at least one lower edge (28; 53; 54; 56).

35. The device as claimed in one of claims 25 through 34, characterized in that the collar (6) comprises a plurality of edges (53; 54; 56) concentric to the longitudinal axis (5; 24) of the screw, with diameters  $d > d_1 > d_2$  decreasing toward the screw shank (4).

36. The device as claimed in claim 35, characterized in that the edges (53; 54; 56) are circular, and the diameters  $d$ ;  $d_1$ ;  $d_2$  are dimensioned such that the edges (53; 54; 56) run on an imaginary convex surface (55) on the screw shank side and, in the concave portion (10; 26) of the bore (7; 17), can be made to bear on the wall (12; 27) of the bore (7; 17) at different angles between the longitudinal axis (5; 24) of the screw and the central axis (8; 16).

37. The device as claimed in claim 36, characterized in that the imaginary surface (55) is a spherical zone concentric to the central axis (8; 16) and with the radius Y.

38. The device as claimed in one of claims 25 or 27 through 37, characterized in that the fixation body (1) is a bone plate with at least one through-bore (7) for a bone screw (2), and the device additionally comprises a grub screw (45) with means for receiving a screwdriver, which can be screwed in an internal thread (46) introduced from the upper side (11) into the bore (7) and can be pressed against the screw head (22) upon tightening.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Abstract

A bone screw (2; 14) with a screw shank (4; 21) to be anchored concentric to a longitudinal axis (5; 24) of the screw in a bone or bone part, and with a screw head (3; 22), characterized in that the bone screw (2; 14) has, between the screw head (3; 22) and the screw shank (4; 21), a disk-shaped collar (6; 23) which is concentric to the longitudinal axis (5; 24) of the screw and whose diameter is greater than the diameter of the screw shank (4; 21).

A device for osteosynthetic bone fixation with

A) at least one such bone screw (2; 14); and

B) at least one plate-shaped, prismatic or cylindrical fixation body (1; 15) which has at least one bore (7; 17) with a central axis (8; 16) for receiving the bone screw (2; 14), an underside (9; 19) toward the screw shank, and an upper side (11; 18) toward the screw head,

C) the bore (7; 17) comprising a portion (10; 26) tapering toward the underside (9; 19), and

D) the diameter d of the collar (6; 23) being dimensioned such that the collar (6; 23), in the concave portion (10; 26) of the bore (7; 17), can be made to bear on the wall (12; 27) of the bore (7; 17) at different angles between the longitudinal axis (5; 24) of the screw and the central axis (8; 16).

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1/5

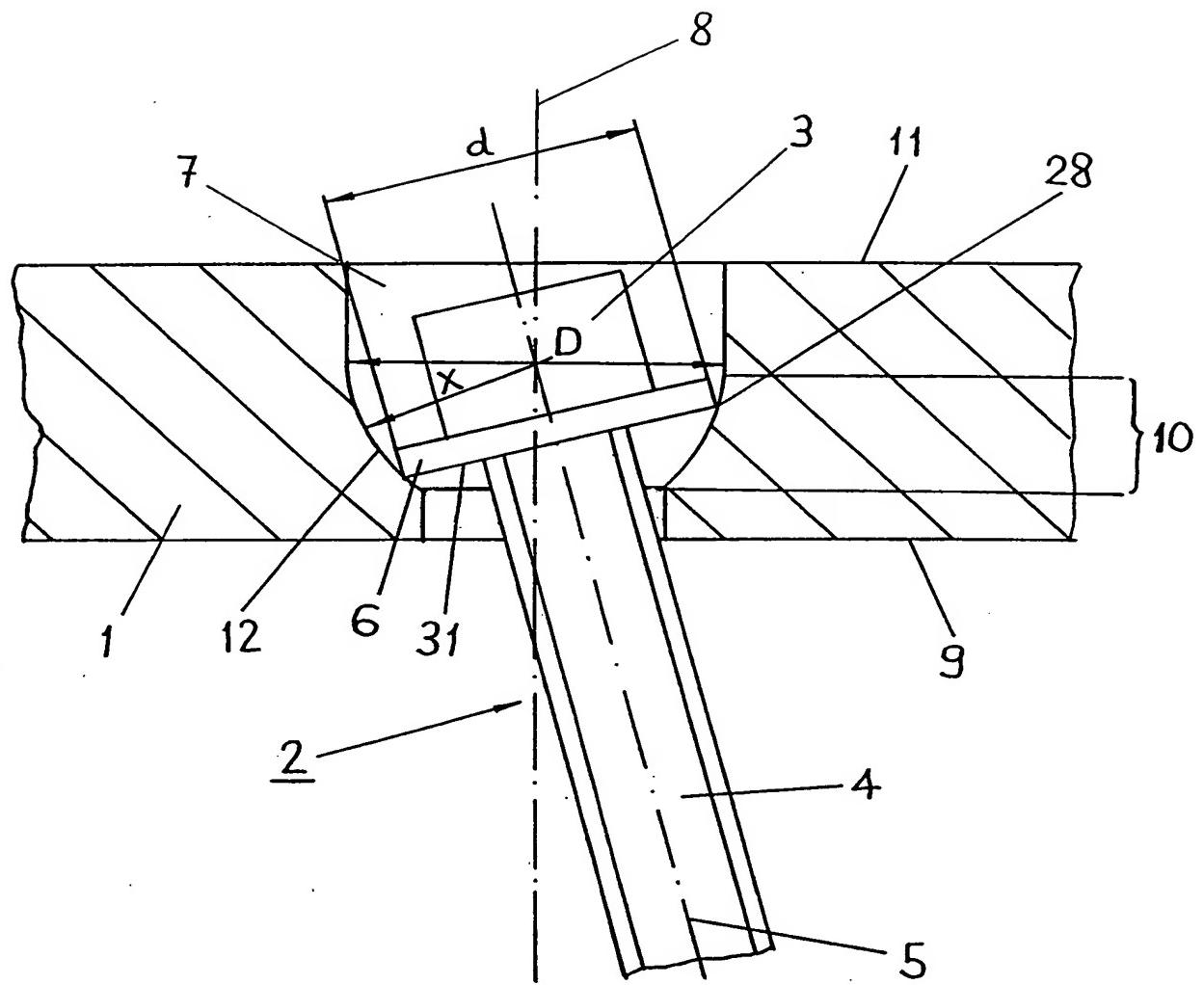


Fig. 1

*THIS PAGE BLANK (USPTO)*

2 / 5

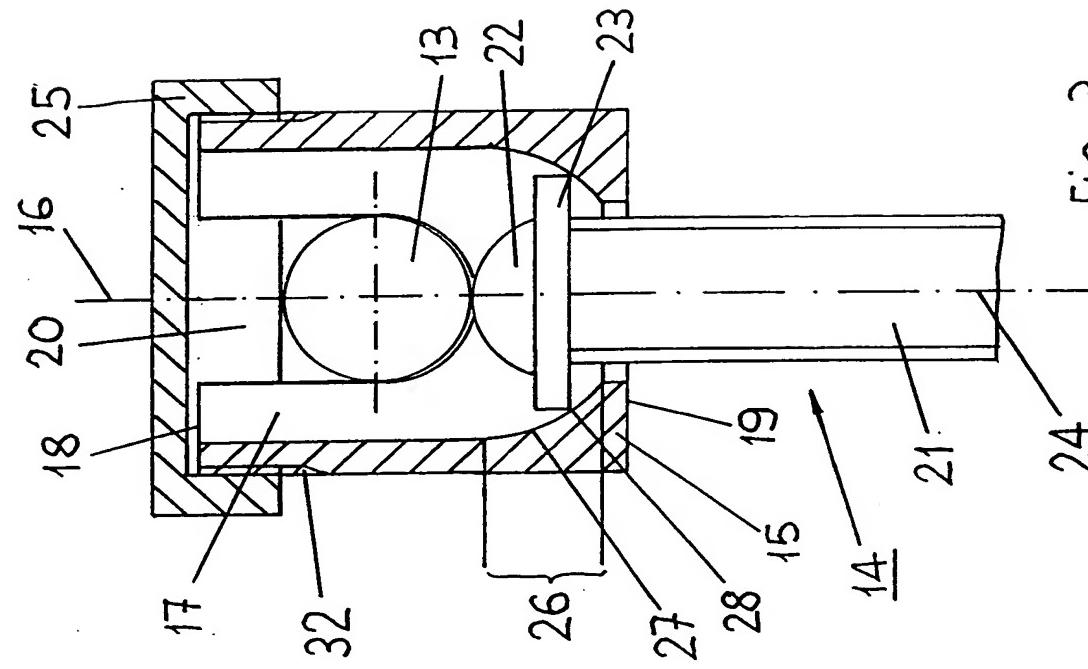


Fig. 3

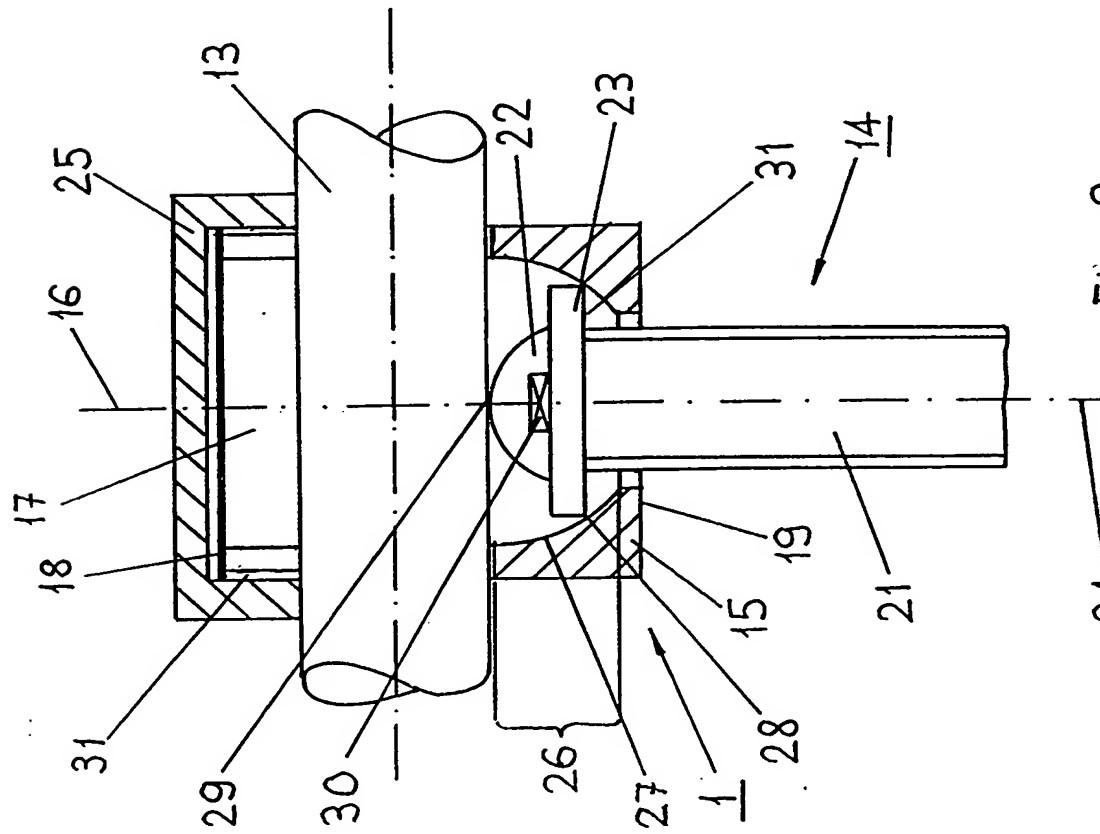


Fig. 2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Fig. 4

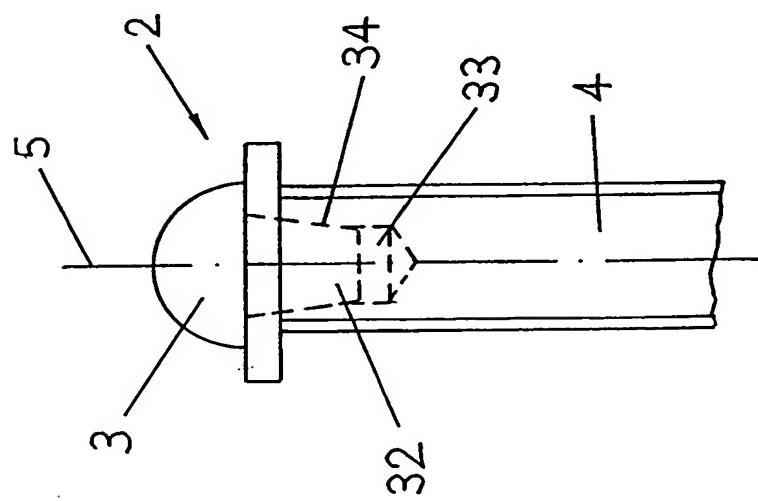


Fig. 5

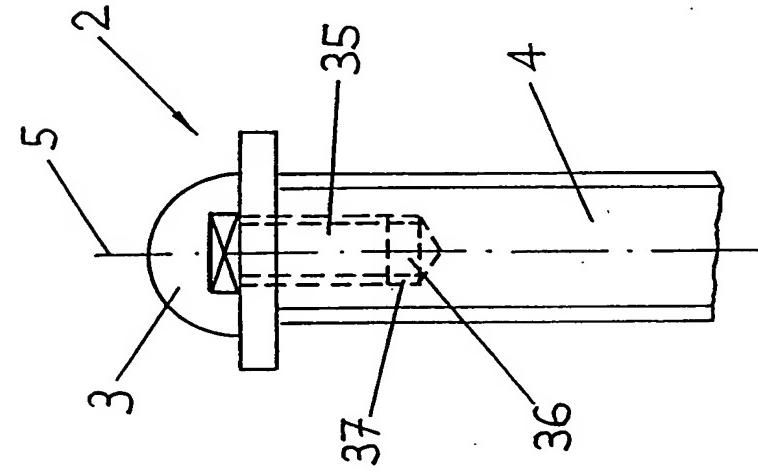
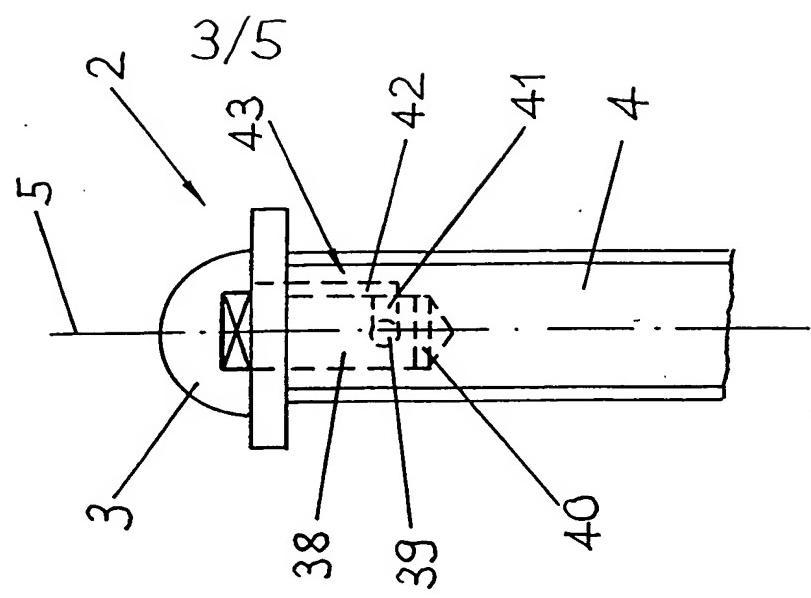


Fig. 6



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

4/5

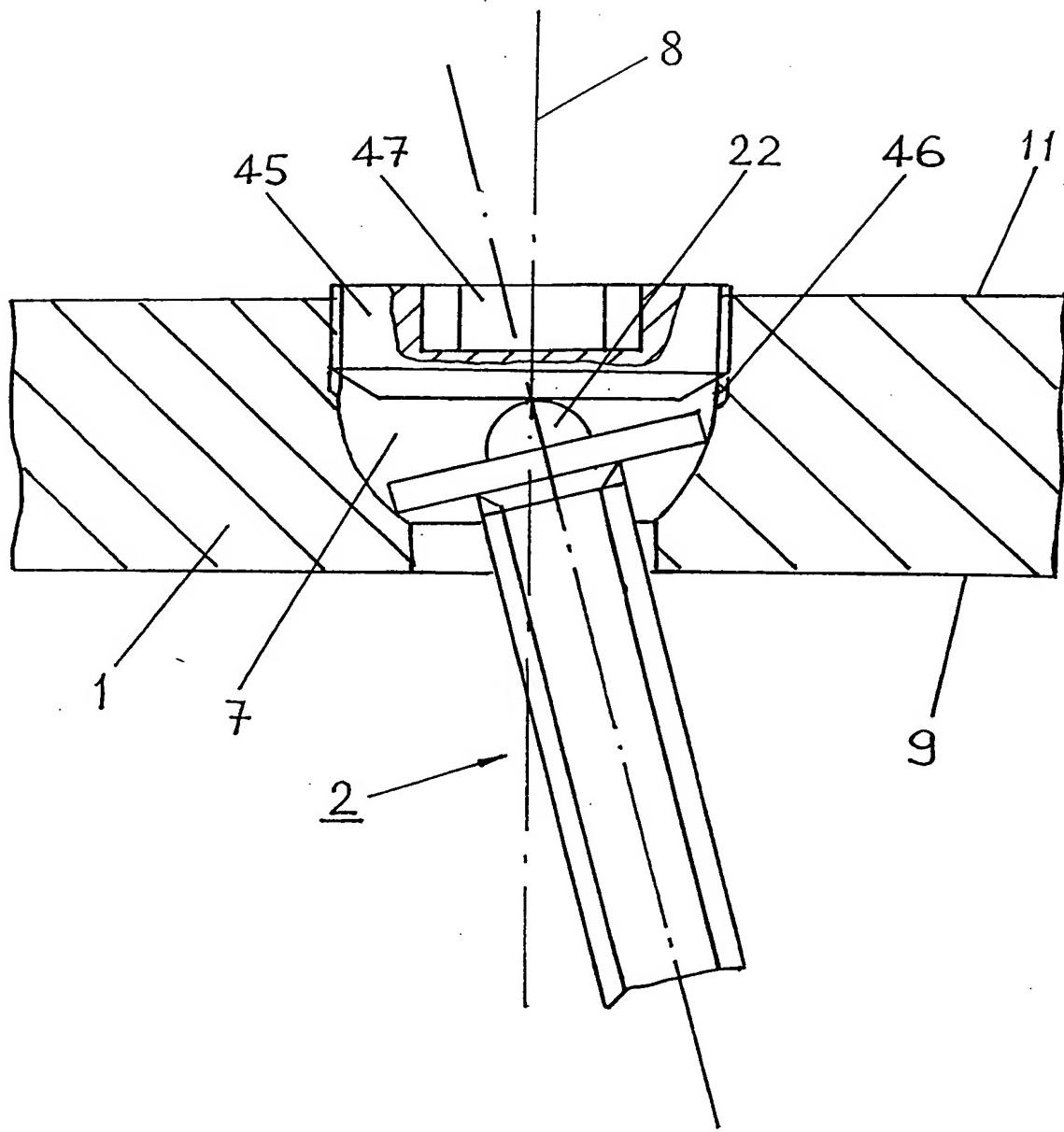


Fig. 7

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

5/5

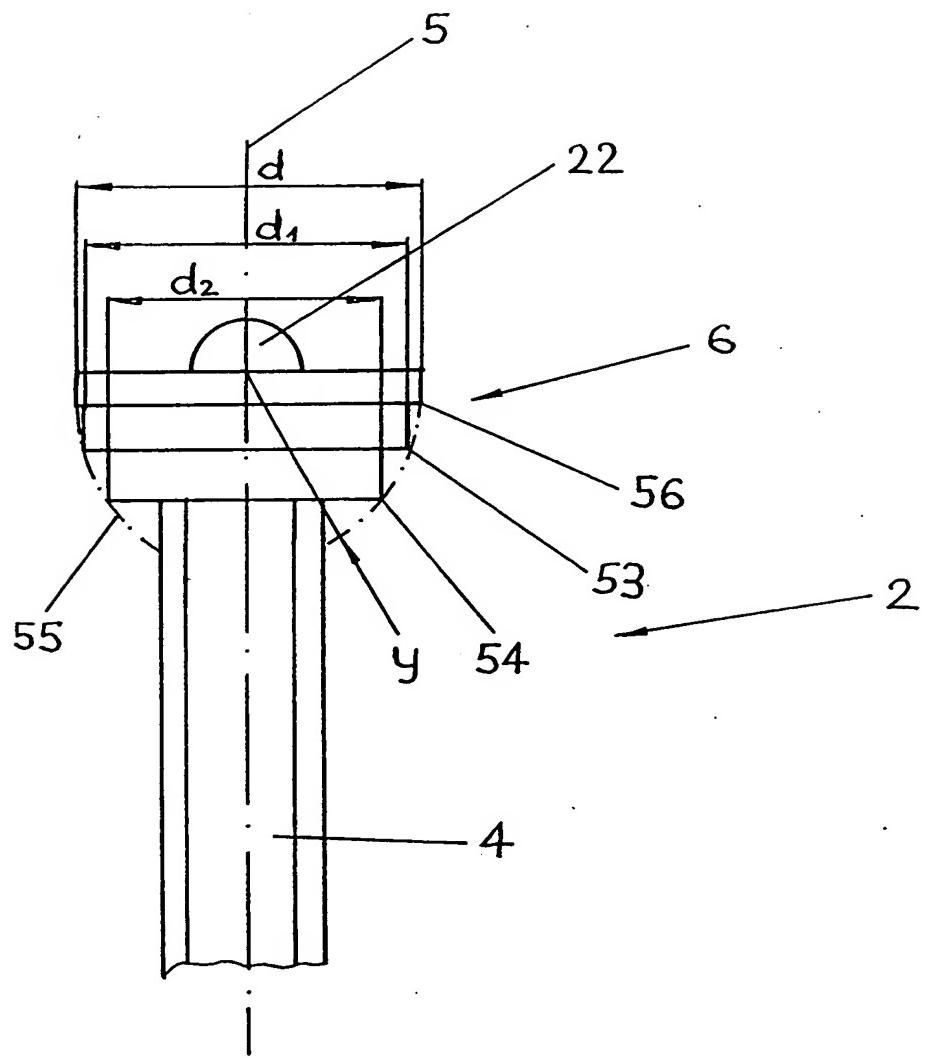


Fig. 8

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

English translation of the amendments as annexed to the International Preliminary Examination Report of the International Patent Application No. PCT/CH99/00302 "Angle-adjustable bone screw and device for the osteosynthetic bone fixation" in the name of Synthes AG Chur

Claims

1. A bone screw (2; 14) with a screw shank (4; 21) to be anchored concentric to a longitudinal axis (5; 24) of the screw in a bone or bone part, and with a screw head (3; 22), whereby the bone screw (2; 14) has, between the screw head (3; 22) and the screw shank (4; 21), a disk-shaped collar (6; 23) which is concentric to the longitudinal axis (5; 24) of the screw and whose diameter is greater than the diameter of the screw shank (4; 21), whereby  
the collar (6; 23) comprises several edges (53; 54; 56) concentric to the longitudinal axis (5; 24) of the screw,  
characterized in that
  - A) the edges (53; 54; 56) are circular, and the diameters  $d$ ;  $d_1$ ;  $d_2$ ;  $d_i$  are dimensioned such that the edges (53; 54; 56) run on an imaginary convex surface (55) on the screw shank side; and
  - B) the imaginary surface (55) is a spherical zone concentric to the central axis (8; 16) and with the radius Y.
2. The bone screw (2; 14) as claimed in claim 1, characterized in that the collar (6; 23) has two edges (53; 54; 56) concentric to the longitudinal axis (5; 24) of the screw.
3. The bone screw (2; 14) as claimed in claim 2, characterized in that the concentric edges (53; 54; 56) of the collar (6; 23) have diameters  $d > d_1 > d_2$  decreasing toward the screw shank (4).
4. The bone screw (2) as claimed in one of claims 1 through 3, characterized in that the screw head (22) is of convex design.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

5. The bone screw (2) as claimed in claim 4, characterized in that the screw head (22) is of spherical design.
6. The bone screw (2) as claimed in claim 5, characterized in that the screw head (22) is of semispherical design, the zenith of the screw head (22) intersecting the longitudinal axis (24) of the screw at the end.
7. The bone screw (2) as claimed in one of claims 1 through 6, characterized in that the screw head (3; 22) is made in one piece with the screw shank (4; 21).
8. The bone screw (2) as claimed in one of claims 1 through 6, characterized in that it is in more than one piece, at least screw head (3; 22) and screw shank (4; 21) being individual parts which are separate but can be connected concentric to the longitudinal axis (5; 24) of the screw.
9. The bone screw (2) as claimed in claim 8, characterized in that the screw head (3; 22) and the screw shank (4; 21) are individual parts which can be connected in a releasable manner.
10. The bone screw (2) as claimed in claim 8, characterized in that the screw head (3; 22), the collar (6; 23) and the screw shank (4; 21) are individual parts which are separate but can be connected concentric to the longitudinal axis (5; 24) of the screw.
11. The bone screw (2) as claimed in one of claims 8 through 10, characterized in that the screw head (3; 22) is connected to the screw shank (4; 21) by means of a cone connection.
12. The bone screw (2) as claimed in one of claims 8 through 10, characterized in that the screw head (3; 22) is connected to the screw shank (4; 21) by means of a screw connection.
13. The bone screw (2) as claimed in one of claims 8 through 10, characterized in that the screw head (3; 22) is connected to the screw shank (4; 21) by means of a bayonet lock.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

14. The bone screw (2) as claimed in one of claims 1 through 13, characterized in that the diameter d of the collar (6; 23) is between 8 and 10 mm.
15. The bone screw (2) as claimed in one of claims 1 through 14, characterized in that the collar (6; 23) has a thickness of 1 to 2 mm.
16. The bone screw (2) as claimed in one of claims 1 through 15, characterized in that the external diameter of the screw shank (4; 21) is 5 to 6 mm.
17. The bone screw (2) as claimed in one of claims 1 through 15, characterized in that the diameter d of the collar (6; 23) is between 4 and 6 mm.
18. The bone screw (2) as claimed in claim 17, characterized in that the collar (6; 23) has a thickness of 0.5 to 1 mm.
19. The bone screw (2) as claimed in claim 18, characterized in that the external diameter of the screw shank (4; 21) is 3 to 5 mm.
20. The bone screw (2) as claimed in one of claims 1 through 19, characterized in that it serves for the fixation of bones or bone parts in an osteosynthesis fixation device.
21. The bone screw (2) as claimed in claim 20, characterized in that it serves for the fixation of bones or bone parts on a bone plate (1).
22. The bone screw (2) as claimed in claim 20, characterized in that it is a pedicle screw (14) and serves for the fixation of vertebrae in a spinal column fixation device.
23. A device for osteosynthetic bone fixation with at least one bone screw (2; 14) as claimed in one of claims 1 through 22; and
  - A) at least one plate-shaped, prismatic or cylindrical fixation body (1; 15) which has at least one bore (7; 17) with a central axis (8; 16) for receiving the bone screw (2; 14), an underside (9; 19) toward the screw shank, and an upper side (11; 18) toward the screw head,
  - B) the bore (7; 17) comprising a portion (10; 26) tapering toward the underside (9; 19),

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

characterized in that

C) the diameter d of the collar (6; 23) is dimensioned such that the collar (6; 23), in the concave portion (10; 26) of the bore (7; 17), can be made to bear on the wall (12; 27) of the bore (7; 17) at different angles between the longitudinal axis (5; 24) of the screw and the central axis (8; 16).

24. The device as claimed in claim 23, characterized in that

A) the bone screw (2) is a pedicle screw (14) with a convex screw head (22);  
B) the fixation body (1) is a receiving head (15) with central axis (16), which serves to connect a longitudinal support (13) to the pedicle screw (14), and this receiving head (15) additionally has a channel (20) extending transverse to the central axis (16) and open toward the upper side (18) in order to receive a longitudinal support (13); and  
C) the device additionally has clamping means (25) which can be connected to the receiving head (15) in a releasable manner from the upper side (18) and serve for fixing a longitudinal support (13) and the pedicle screw (14) within the receiving head (15).

25. The device as claimed in claim 23 or 24, characterized in that the circular collar (6; 23) has the diameter d, and the concave portion (10; 26) is of spherical design and has the diameter D, where  $D = d$ .

26. The device as claimed in claim 23 or 24, characterized in that the circular collar (6; 23) has the diameter d and the concave portion (10; 26) is of spherical design and has the diameter D, where  $D > d$ .

27. The device as claimed in claim 26, characterized in that the ratio  $d:D$  is between 0.5 and 1.0.

28. The device as claimed in claim 27, characterized in that the ratio  $d:D$  is between 0.85 and 0.95.

29. The device as claimed in claim 23 or 24, characterized in that the concave portion (10; 26) is designed in the manner of a spherical segment, where the spherical segment has a radius X, and  $X \geq D/2$ .

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

30. The device as claimed in claim 29, characterized in that the ratio of D/2 to X is between 0.5 and 1.0.
31. The device as claimed in claim 30, characterized in that the ratio of D/2 to X is between 0.85 and 0.95.
32. The device as claimed in one of claims 23 through 31, characterized in that the rim of the collar (6; 23) is stepped and has at least one lower edge (28; 53; 54; 56).
33. The device as claimed in one of claims 23 through 32, characterized in that the collar (6) comprises a plurality of edges (53; 54; 56) concentric to the longitudinal axis (5; 24) of the screw, with diameters  $d > d_1 > d_2$  decreasing toward the screw shank (4).
34. The device as claimed in claim 33, characterized in that the edges (53; 54; 56) are circular, and the diameters  $d; d_1; d_2$  are dimensioned such that the edges (53; 54; 56) run on an imaginary convex surface (55) on the screw shank side and, in the concave portion (10; 26) of the bore (7; 17), can be made to bear on the wall (12; 27) of the bore (7; 17) at different angles between the longitudinal axis (5; 24) of the screw and the central axis (8; 16).
35. The device as claimed in claim 34, characterized in that the imaginary surface (55) is a spherical zone concentric to the central axis (8; 16) and with the radius Y.
36. The device as claimed in one of claims 23 or 25 through 35, characterized in that the fixation body (1) is a bone plate with at least one through-bore (7) for a bone screw (2), and the device additionally comprises a grub screw (45) with means for receiving a screwdriver, which can be screwed in an internal thread (46) introduced from the upper side (11) into the bore (7) and can be pressed against the screw head (22) upon tightening.

THIS PAGE BLANK (USPTO)